

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

AKIHITO INCA ATAHUALPA URDIALES

AVALIAÇÃO DA AQUISIÇÃO E RETENÇÃO DE CONHECIMENTO EM  
CRICOTIREOIDOSTOMIA CIRÚRGICA COMPARANDO-SE AULA  
EXPOSITIVA, SIMULAÇÃO DE BAIXA E ALTA FIDELIDADE

CURITIBA (PR)  
2019

AKIHITO INCA ATAHUALPA URDIALES

**AVALIAÇÃO DA AQUISIÇÃO E RETENÇÃO DE CONHECIMENTO  
EM CRICOTIREOIDOSTOMIA CIRÚRGICA COMPARANDO-SE AULA  
EXPOSITIVA, SIMULAÇÃO DE BAIXA E ALTA FIDELIDADE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Clínica Cirúrgica do Setor de Ciências da Saúde da  
Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial  
para a obtenção do grau de Doutor em Clínica  
Cirúrgica.

**Orientador:** Prof. Dr. Antônio Carlos Ligocki  
Campos

CURITIBA (PR)  
2019

U74 Urdiales, Akihito Inca Atahualpa  
Avaliação da aquisição e retenção de conhecimento em cricotireoidostomia cirúrgica comparando-se aula expositiva, simulação de baixa e alta fidelidade [recurso eletrônico] / Akihito Inca Atahualpa Urdiales. - Curitiba, 2019.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Clínica Cirúrgica, 2019.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos Ligocki Campos

1. Treinamento por Simulação. 2. Medicina de Emergência Baseada em Evidências. 3. Manuseio das Vias Aéreas. 4. Cartilagem Cricoide. I. Campos, Antônio Carlos Ligocki. II. Programa de Pós-Graduação em Clínica Cirúrgica. Setor de Ciências da Saúde. Universidade Federal do Paraná. III. Título.

NLMC: W 20



## TERMO DE APROVAÇÃO

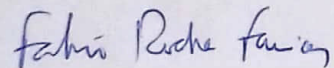
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em MEDICINA (CLÍNICA CIRÚRGICA) da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **AKIHITO INCA ATAHUALPA URDIALES** intitulada: **AValiação DA AQUISIÇÃO E RETENÇÃO DE CONHECIMENTO EM CRICOTIREOIDEOSTOMIA CIRÚRGICA COMPARANDO-SE AULA EXPOSITIVA, SIMULAÇÃO DE BAIXA E ALTA FIDELIDADE**, sob orientação do Prof. Dr. ANTONIO CARLOS LIGOCKI CAMPOS, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

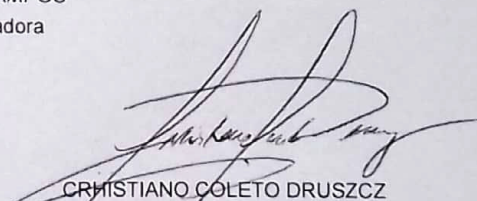
CURITIBA, 20 de Dezembro de 2019.



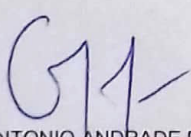
ANTONIO CARLOS LIGOCKI CAMPOS  
Presidente da Banca Examinadora



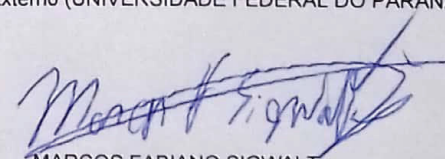
FABIO ROCHA FARIAS  
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)



CRISTIANO COLETO DRUSZCZ  
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)



EDUARDO ANTONIO ANDRADE DOS SANTOS  
Avaliador Externo (FACULDADE EVANGELICA DO PARANA)



MARCOS FABIANO SIGWALT  
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE POSITIVO)

*Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida,  
autor do meu destino, meu guia, socorro presente na hora da angústia e  
ao meu pai José Luiz Urdiales Maradiegue, meu exemplo de ser humano!*

## AGRADECIMENTOS

Percorrer este caminho só foi possível com o apoio, energia e força de várias pessoas, a quem dedico especialmente esta tese.

Ao **Professor Dr. Antônio Carlos Ligocki Campos** pela sua orientação e amizade.

Aos acadêmicos de medicina **Gabriela Tulio Struck, Cecília Hissai Yaegashi, Jacqueline Justino Nabhen, Kassio Silva Temperly** e muitos outros pelo empenho e disponibilidade. Sem vocês nada disso seria possível.

Ao estatístico **Ricardo Petterle** pela ajuda e grande incentivo na elaboração desta tese.

Ao **Professor Fábio Carvalho** por contribuir com seu conhecimento ao ministrar aulas teóricas para os alunos.

À Servidora **Daniele Aparecida Felix** pelo auxílio no laboratório de simulação da Universidade Federal do Paraná, sem sua ajuda não teria alcançado minhas metas.

À Srta. **Verônica Barros** pela leitura crítica e atenta das versões preliminares da tese, contribuindo para o seu aperfeiçoamento.

Aos **estudantes** que participaram deste estudo, afinal, eles foram a motivação para que este trabalho fosse realizado.

À **Universidade Federal do Paraná**, pela disponibilidade e apoio.

*“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda  
pensou sobre aquilo que todo mundo vê”.*

(Arthur Schopenhauer)

## RESUMO

**Introdução:** A simulação médica tem surgido como recurso eficaz no ensino de diversas habilidades cirúrgicas, permite treinamento repetido, sem riscos aos pacientes. Há limitação do seu uso em larga escala devido aos custos envolvidos nos simuladores de alta fidelidade, o que eventualmente pode ser solucionado por simuladores de baixa fidelidade. Porém, ainda há dúvidas na literatura quanto à eficácia do aprendizado de alunos inexperientes por meio desses simuladores menos sofisticados. O objetivo deste estudo foi comparar a eficácia da aula expositiva, simulação de baixa fidelidade e de alta fidelidade no ensino e na retenção de conhecimento da cricotireoidostomia cirúrgica, com técnica rápida de quatro tempos (TRQT), em alunos do segundo e terceiro períodos do curso de medicina. **Métodos:** Noventa alunos dos primeiros anos do curso de Medicina da UFPR foram randomizados em 3 grupos de 30 para ensinar como realizar cricotireoidostomia TRQT. O grupo 1 foi submetido à aula expositiva, o grupo 2 ao treinamento em simulador de baixa fidelidade e o grupo 3 ao de alta fidelidade, cada um com duração de 20 minutos. Logo após as aulas, os alunos foram submetidos a uma prova de 20 questões. Quatro meses após, foi realizada uma outra prova de 20 questões, com conteúdo similar para avaliar a retenção de conhecimento. A Análise de Variância (ANOVA) foi usada para comparar as performances em cada prova entre cada um dos grupos de estudo: as notas dos 3 grupos foram comparadas de 2 a 2 na prova 1 (P1) e na prova 2 (P2), e as notas de cada grupo na P1 foram comparadas com suas notas na P2. Por fim, utilizou-se um teste de comparações múltiplas (post-hoc) para verificar diferenças dentro de cada fator (prova e grupo). Considerou-se significância estatística quando  $p < 0,05$ . A análise estatística dos dados foi feita no software estatístico R (R Core Team, 2019) versão 3.6.1. **Resultados:** As notas médias dos grupos da aula expositiva, modelo de baixa fidelidade, e modelo de alta fidelidade na primeira prova, foram respectivamente 75,00, 76,09, e 68,79, ( $p < 0,05$ ). Na segunda prova as notas foram respectivamente 69,84, 75,32, 69,46, ( $p > 0,05$ ) entre os 3 grupos. **Conclusão:** Os alunos submetidos à aula expositiva e simulação de baixa fidelidade tiveram melhor aquisição de conhecimento em relação ao grupo de alta fidelidade. O grupo de alunos submetidos à aula expositiva teve menos retenção de conhecimento que os demais grupos. A simulação de baixa fidelidade foi mais eficaz no aprendizado e na retenção de conhecimento quando comparada às aulas expositivas e ao simulador de alta fidelidade. Portanto, a simulação de baixa fidelidade parece ser viável para o treinamento de cricotireoidostomia TRQT em alunos inexperientes.

**Descritores:** Treinamento por simulação; Medicina de emergência baseada em evidências; Obstrução das vias aéreas; Cartilagem Cricóide; Manuseio das Vias Aéreas.



## ABSTRACT

**Background:** Medical simulation has emerged as an effective resource in teaching various surgical skills, allowing repeated training without risk to patients. Its use is limited in large scale due to the costs involved in high fidelity simulators, which may eventually be circumvented by low fidelity simulators. However, there are still doubts in the literature about the effectiveness of inexperienced student learning through these less sophisticated simulators. The aim of this study was to compare the effectiveness of lecture, low fidelity and high fidelity simulation in teaching and retaining knowledge of the Rapid Four-Step Technique (RFST) cricothyroidotomy technique in second and third period students. **Methods:** Ninety first-years medical students from UFPR were randomized into 3 groups of 30 to teach how to perform RFST cricothyroidotomy. Group 1 was submitted to the lecture, group 2 to training in low fidelity simulator and group 3 to high fidelity, each lasting 20 minutes. The students were then given a 20-question test. Four months later, another test with similar content was performed to assess knowledge retention. Analysis of variance (ANOVA) was used for comparative analysis of the performances in each test between the groups: the scores of the 3 groups were compared from 2 to 2 in test 1 (P1) and test 2 (P2), and the scores of each group in P1 were compared with their scores in P2. Finally, a multiple comparison test (post hoc) was used to verify differences within each factor (test and group). Statistical significance was considered when  $p < 0.05$ . Statistical analysis of the data was performed using the R statistical software (R Core Team, 2019) version 3.6.1. **Results:** The average scores of the groups of the lecture class, low fidelity model, and high fidelity model in the first test, were 75.00, 76.09, and 68.79, respectively ( $p < 0.05$ ). As for the second test, the scores were respectively 69.84, 75.32, and 69.46, ( $p > 0.05$ ) among the 3 groups. **Conclusion:** Students submitted to lecture and low fidelity simulation had better knowledge acquisition than the high fidelity group. The group of students submitted to lecture class presented less knowledge retention than the other groups. Low-fidelity simulation was more effective in learning and knowledge retention compared to lecture and high-fidelity simulator. Therefore, low fidelity simulation seems to be viable for RFST cricothyroidostomy training in inexperienced students.

**Keywords:** Simulation training; Evidence-Based Emergency Medicine; Airway Obstruction; Cricoid Cartilage; Airway Management.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1 – REFERÊNCIAS ANATÔMICAS PARA CRICOTIREOIDOSTOMIA CIRÚRGICA.....</b>	<b>8</b>
<b>FIGURA 2 – MATERIAL PARA CRICOTIREOIDOSTOMIA TÉCNICA PADRÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>FIGURA 3 – CRICOTIREOIDOSTOMIA CIRÚRGICA TÉCNICA PADRÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>FIGURA 4 – CRICOTIREOIDOSTOMIA CIRÚRGICA TRQT.....</b>	<b>13</b>
<b>FIGURA 5 – METODOLOGIA DE INTERVENÇÃO E AVALIAÇÃO DE CADA GRUPO .....</b>	<b>24</b>
<b>FIGURA 6 – MATERIAIS UTILIZADOS PARA SIMULAÇÃO DE BAIXA FIDELIDADE.....</b>	<b>25</b>
<b>FIGURA 7 – CRICOTIREOIDOSTOMIA TRQT EM SIMULADOR DE BAIXA FIDELIDADE.....</b>	<b>26</b>
<b>FIGURA 8 – CRICOTIREOIDOSTOMIA TRQT EM SIMULADOR DE ALTA FIDELIDADE.....</b>	<b>27</b>
<b>FIGURA 9 – GRÁFICO BOX-PLOT PARA NOTA DOS ALUNOS POR PROVA E GRUPO.....</b>	<b>30</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1</b> – MÉDIA $\pm$ DP DA NOTA DOS ALUNOS POR PROVA E GRUPO.....	29
<b>TABELA 2</b> – COMPARAÇÕES DAS PROVAS 1 E 2 POR GRUPO.....	30
<b>TABELA 3</b> – COMPARAÇÕES INTER-GRUPOS POR PROVA.....	31

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
1.1 OBJETIVOS.....	5
1.1.1 <i>Objetivo geral</i> .....	5
1.1.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	5
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>6</b>
2.1 CRICOTIREOIDOSTOMIA CIRÚRGICA.....	6
2.1.1 <i>Histórico</i> .....	6
2.1.2 <i>Indicações</i> .....	6
2.1.3 <i>Contraindicações e precauções</i> .....	7
2.1.4 <i>Anatomia</i> .....	7
2.1.5 <i>Materiais</i> .....	9
2.1.6 <i>Considerações gerais para o procedimento</i> .....	10
2.1.7 <i>Técnica padrão</i> .....	10
2.1.8 <i>Técnica rápida de quatro tempos</i> .....	13
2.2 SIMULAÇÃO NO ENSINO MÉDICO .....	14
2.2.1 <i>Histórico</i> .....	15
2.2.2 <i>Definição</i> .....	16
2.2.3 <i>Tipos e graus de fidelidade</i> .....	17
2.2.4 <i>Aplicabilidade e benefícios</i> .....	18
2.2.5 <i>Estudos na área</i> .....	20
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
3.1 DESENHO DO ESTUDO .....	22
3.2 DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE SIMULAÇÃO DE CRICOTIREOIDOSTOMIA DE BAIXA FIDELIDADE .....	24
3.2.1 <i>Materiais</i> .....	24
3.2.2 <i>Confeção do simulador de baixa fidelidade</i> .....	25
3.3 SIMULADOR DE ALTA FIDELIDADE MEGACODE KELLY LAERDAL® .....	26
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	27
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>29</b>
4.1 NOTAS DAS PROVAS POR GRUPOS .....	29
4.2 COMPARAÇÃO DAS NOTAS NAS PROVAS 1 E 2 POR GRUPO .....	29
4.3 COMPARAÇÃO DAS NOTAS EM CADA PROVA ENTRE GRUPOS .....	31
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>32</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>40</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>41</b>

<b>APÊNDICE 1 – PROVAS APLICADAS AOS ESTUDANTES SUBMETIDOS À PESQUISA .....</b>	<b>51</b>
<b>APÊNDICE 2 – HISTOGRAMA DA DISTRIBUIÇÃO DAS NOTAS POR GRUPO E PROVA.....</b>	<b>62</b>
<b>ANEXO 1 – TERMO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DO HOSPITAL DO TRABALHADOR.....</b>	<b>63</b>
<b>ANEXO 2 – PRODUÇÃO ACADÊMICA .....</b>	<b>65</b>



## 1. INTRODUÇÃO

A cricotireoidostomia cirúrgica está indicada para acesso à via aérea quando não foi possível realizar ventilação com bolsa-válvula-máscara, via aérea extra-glótica, intubação orotraqueal, nasotraqueal, ou ainda quando estas estão contraindicadas (HENDERSON *et al.*, 2004). Estudos mostram que as taxas de realização de cricotireoidostomia cirúrgica variam de 1% a 1,7% dentre todas as intubações no serviço de emergência e de 10,9% a 14,8% dentre todas as intubações no ambiente pré-hospitalar (BAIR *et al.*, 2003; FORTUNE *et al.*, 1997).

Tem-se observado um declínio na taxa de realização deste procedimento em pacientes vítimas de trauma (CHANG *et al.*, 1998), havendo redução de 1,8% para 0,2% em um período de 10 anos, após a implantação de um programa de Residência Médica em Medicina de Emergência. Prováveis explicações para essa redução incluem: aumento dos casos de intubação com auxílio de medicamentos, técnicas não invasivas de resgate das vias aéreas cada vez mais eficazes, presença do chefe do plantão em tempo integral nos Prontos Socorros e evolução dos equipamentos para intubação endotraqueal (DE JONG *et al.*, 2013).

Com o uso cada vez mais frequente e recomendação da videolaringoscopia é provável que a taxa de cricotireoidostomia continue a declinar ao longo do tempo. No entanto, embora raramente executado, este procedimento continua a ser o último recurso para resgate de um paciente que não se consegue intubar e não se consegue oxigenar e provavelmente permanecerá como a última opção no manejo das vias aéreas difíceis (HUGHES, 2009). Dito isso, médicos emergencistas devem manter familiaridade com a anatomia, conhecer o equipamento necessário e dominar a técnica cirúrgica. Para atingir tal objetivo sugere-se praticar várias vezes, o que só é possível com a simulação em manequins devido à baixa incidência de casos CICO (*Can Not Intubate, Can Not Oxygenate*) no dia a dia (DILLON *et al.*, 2004).

Tradicionalmente a educação médica baseava-se em ensinamentos centrados em professores, leituras de evidências científicas e prática de procedimentos em cadáveres, animais ou pacientes reais. Neste modelo de ensino os alunos adquirem base teórica satisfatória, porém, sentem-se defasados quanto às experiências práticas. É comum que a primeira execução de um procedimento ocorra em pacientes reais, o que gera insegurança no aprendiz e riscos ao paciente. Nos últimos vinte anos surgiram novos conceitos éticos na sociedade, e o “aprender fazendo” não é mais aceito na maioria dos países desenvolvidos. Em alguns, até o treinamento em animais foi banido (COOPER & TAQUETI, 2008).

É justamente nesse dilema educacional, entre necessidade de treinamento prático e segurança do paciente, que se encaixa a simulação médica. A simulação é definida como a

substituição ou reprodução de situações reais mediante cenários cuidadosamente construídos de modo a evocar respostas interativas do aluno (COSTA *et al.*, 2017 & LEDINGHAM, 1998).

Vantagens da simulação no ensino médico incluem: cadáveres são dispensáveis bem como animais de experimentação, o que reduz custo, elimina dificuldade de obtenção e eventuais conflitos éticos do treinamento; o estresse da aprendizagem é reduzido quando comparado com a sala de cirurgia; é permitido a repetição quantas vezes forem necessárias até que se adquira experiência. É uma metodologia ativa de ensino pois o aluno participa do aprendizado no lugar da mera observação, isto é sabido que acelera a curva de aprendizado. O aluno aprende em um ambiente controlado e seguro para eventuais erros (RUDOLPH *et al.*, 2008).

Além disso, o ensino através de simulação gera no aluno uma experiência prévia antes de ter contato com o primeiro paciente, seja em um procedimento cirúrgico ou em um cenário clínico. Por ser possível o treinamento repetido e continuado conforme necessidade individual, garante maior eficácia no aprendizado e consequentemente, maior segurança para o aluno e o paciente (CHANG *et al.*, 1998). Essa vantagem se torna mais relevante no ensino de técnicas cirúrgicas raras, mas que são fundamentais para a manutenção da vida, como é o caso da cricotireoidostomia cirúrgica (WONG *et al.*, 2003).

A dificuldade tecnológica em desenvolver simuladores capazes de reproduzir fielmente a anatomia, textura dos tecidos e possíveis variações anatômicas ou lesões para treinamento de tomada de decisão, fez com que a simulação médica evoluísse mais lentamente. Contudo, isso foi superado com o avanço tecnológico de softwares e materiais sintéticos, que foram base para o desenvolvimento de simuladores de alta fidelidade, muito parecidos com um paciente real. Este avanço só ocorreu devido ao grande investimento financeiro em pesquisas, o que tornou os modelos de simulação de alta fidelidade custosos. (FRIEDMAN *et al.*, 2008; HAINES *et al.*, 2011).

O custo dos manequins de alta fidelidade é relevante quando se discute implantação desses projetos em países subdesenvolvidos como o Brasil, pois além do custo elevado, há dificuldade de acesso, visto que são importados, o que aumenta ainda mais o preço de aquisição do produto. Para contornar esta dificuldade financeira, uma alternativa é o desenvolvimento de simuladores de baixa fidelidade com materiais simples. Existem ainda questionamentos se esta estratégia seria realmente eficaz no aprendizado dos procedimentos médicos e qual o grau de inferioridade quando comparada à simulação de alta fidelidade (BRADLEY, 2006 & DEVITA *et al.*, 2005).

Até o presente momento existe controvérsia na literatura quanto à diferença de efetividade no aprendizado quando se comparam simuladores de diferentes graus de fidelidade. Estudos de Norman *et al.*, 2012 e de Beaubien, 2004 defendem que quanto mais realista a simulação, maior será o nível e retenção do aprendizado. SIDHU *et al.*, 2007, demonstrou êxito significativo no aprendizado de anastomose vascular empregando simulação de alta fidelidade.

Por outro lado, ANASTAKIS *et al.*, 1999, BANN *et al.*, 2004 concluem que em várias técnicas cirúrgicas, como por exemplo anastomoses videolaparoscópicas e procedimentos videocirúrgicos na Urologia, não foi evidenciado nenhum benefício adicional da simulação de alta fidelidade em relação à baixa fidelidade. MASSOTH *et al.*, 2019 concluiu que o uso da simulação de alta fidelidade no curso de ACLS (Advanced Cardiovascular Life Support) levou a um desempenho igual ou pior em relação à aquisição de conhecimento em comparação à simulação de baixa fidelidade, além de induzir efeitos indesejáveis, como o excesso de confiança. Neste estudo, não foi benéfico em comparação com a baixa fidelidade.

Assim sendo, não há consenso na literatura sobre qual método é mais efetivo e qual a relação custo-benefício de cada método. Ainda faltam estudos para analisar não só o aprendizado, mas também a retenção de conhecimento a longo prazo.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 *Objetivo geral*

O objetivo deste estudo foi avaliar aquisição e a retenção de conhecimento da cricotireoidostomia cirúrgica (técnica rápida de quatro tempos) em alunos dos segundo e terceiro períodos do curso de medicina (sem exposição prévia ao tema via aérea cirúrgica) comparando-se três diferentes métodos de ensino: aula expositiva, simulação de baixa fidelidade e simulação de alta fidelidade.

### 1.1.2 *Objetivos específicos*

- a)** Comparar grupos randomizados de alunos da graduação do curso de Medicina UFPR em relação ao aprendizado da técnica de cricotireoidostomia cirúrgica. A comparação foi realizada entre grupo submetido apenas à aula expositiva versus grupo submetido à prática em modelo de baixa fidelidade versus manequim de alta fidelidade Megacode Kelly®
- b)** Pesquisar a eficácia e a viabilidade da simulação de baixa fidelidade como método de ensino na graduação de medicina.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CRICOTIREOIDOSTOMIA CIRÚRGICA

Cricotireoidostomia é um procedimento que envolve a colocação de uma cânula de traqueostomia através de uma incisão na membrana cricotireóidea para estabelecer uma via aérea definitiva.

#### 2.1.1 Histórico

Em 1909, Dr. Chevalier Jackson, otorrinolaringologista da Faculdade de Medicina Jefferson, na Filadélfia, descreveu a técnica cirúrgica e considerações críticas relacionadas à cricotireoidostomia, na época denominada de "traqueostomia alta" (JACKSON, 1909). Na época, era realizada devido à infecção grave ou processo inflamatório como a difteria, pois ainda não existiam antibióticos.

Dr. Jackson tornou-se famoso por popularizar o procedimento, no entanto, centenas de pacientes desenvolveram estenose traqueal após a intervenção. Depois de investigar cerca de 200 desses casos que complicaram, a cricotireoidostomia foi abandonada (JACKSON, 1921).

Ressurgiu nos anos 1970 quando dois médicos, Brantigan e Grow, relataram uma série de 655 casos submetidos a cricotireoidostomia eletiva em pacientes que estavam sob ventilação mecânica prolongada. Descreveram uma taxa de complicações baixa, apenas oito pacientes (0,01%) desenvolveram estenose subglótica (BRANTIGAN & GROW, 1976). Consequentemente, como a cricotireoidostomia é mais fácil de realizar do que a traqueostomia, o procedimento foi revisto e tornou-se a técnica cirúrgica de escolha para as condições CICO em adultos.

#### 2.1.2 Indicações

A cricotireoidostomia é indicada quando o acesso à via aérea é necessário e não foi possível intubação endotraqueal ou ainda esta está contraindicada. A falta de oxigênio para o cérebro pode levar à encefalopatia anóxica e óbito. Em um cenário CICO, a colocação de um dispositivo ventilatório extra glótico, por exemplo máscara laríngea, pode ser utilizada como uma manobra de emergência ou como uma forma de proporcionar ventilação enquanto se prepara o material para cricotireoidostomia (HENDERSON *et al.*, 2004 & HUGHES, 2009).

A principal indicação é o acesso emergencial das vias aéreas, especialmente em pacientes politraumatizados com lesões maxilofaciais graves, em que a intubação translaríngea não é possível. Outras condições associadas a uma via aérea difícil incluem hemorragia maciça,

vômitos volumosos, trismo, lesões obstruindo a via aérea (por exemplo, tumor ou pólipos) e uma ampla gama de deformidades traumáticas e congênitas.

SCHAUMANN *et al.*, 2005 demonstrou que dentre todas as condições clínicas que necessitaram cricotireoidostomia, as fraturas faciais foram responsáveis por 32%; sangue ou vômito na via aérea, 32%; obstrução das vias aéreas por trauma, 7% e houve falha da intubação na ausência de outros problemas específicos em 11% dos pacientes.

### 2.1.3 Contraindicações e precauções

Não há contraindicação absoluta para cricotireoidostomia cirúrgica em pacientes adultos. Entretanto, existem contraindicações relativas como a transecção da traqueia, com retração da traqueia distal para o mediastino e fratura da laringe. Em tais casos a estabilização do segmento distal da traqueia seguida por intubação direta deste segmento é a melhor abordagem (BAIR *et al.*, 2003).

Outra contraindicação relativa é a realização em crianças com menos de 12 anos de idade, por várias razões. Uma delas é porque a via aérea infantil é mais estreita ao nível do anel cricóide, o que aumenta significativamente o risco de estenose subglótica. Atrelado a isso, possuem vias aéreas com diâmetros menores do que as do adulto e até mesmo uma pequena estenose pode causar diminuição significativa do fluxo de ar. Além disso, a cricotireoidostomia danifica a cartilagem cricóide que é a única sustentação da traqueia nas crianças. É a principal estrutura de manutenção da permeabilidade das vias aéreas na criança (SCRASE & WOOLLARD, 2006).

A cricotireoidostomia por punção é a técnica de ventilação de resgate em uma criança CICO com menos de 12 anos de idade, usa-se para isto uma agulha calibre 14 acoplada a um ventilador a jato (DUGGAN *et al.*, 2016; HELM *et al.*, 2005).

### 2.1.4 Anatomia

O sucesso na realização da cricotireoidostomia depende da compreensão da anatomia e a capacidade de identificar a membrana cricotireóidea (MCT), isto requer prática regular do procedimento. Para desenvolver familiaridade com a anatomia recomenda-se palpar regularmente as estruturas da região anterior do pescoço quando se examina um paciente.

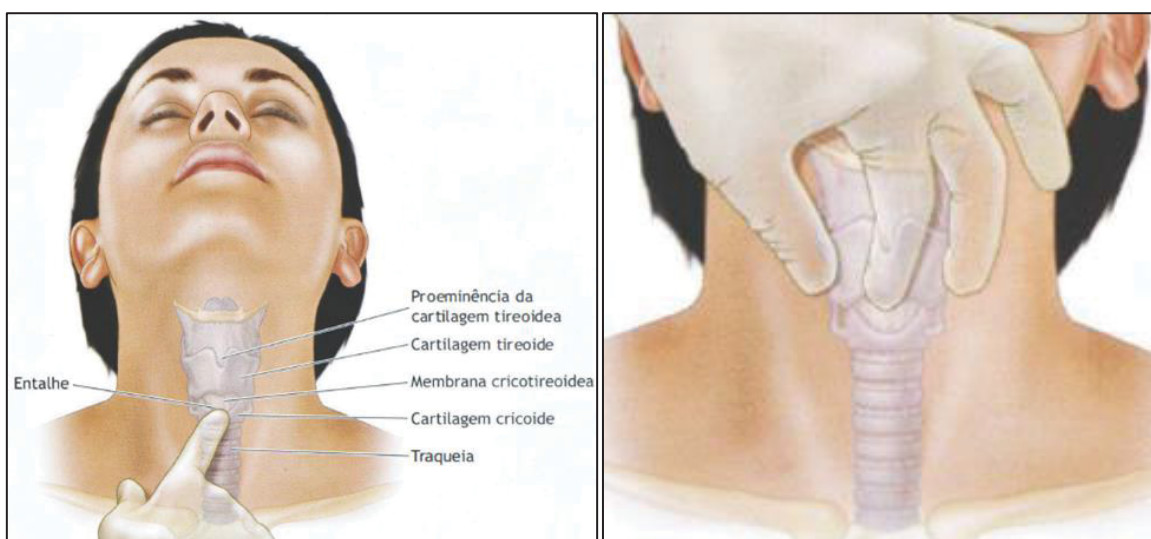
A proeminência da laringe, que forma a borda superior da cartilagem tireoide, na palpação tem o formato de “V”. Muitas vezes é mais proeminente em homens devido à influência dos hormônios durante a fase da puberdade (ASLANI *et al.*, 2012).



As cordas vocais estão alojadas no interior e são protegidas pela cartilagem tireoide. O osso hioide encontra-se em posição cefálica em relação à cartilagem tireoide. Ao se palpar a continuação caudal da laringe identifica-se a traqueia, constituída em grande parte por uma linha de anéis cartilagosos em forma de C, que não são contínuos posteriormente, local onde a traqueia repousa contra a parede anterior do esôfago.

Na palpação, a cartilagem cricóide localiza-se logo abaixo da MCT e antecede a traqueia. É um anel cartilaginoso completo em forma de anel de sinete. A cartilagem tireoide, cartilagem cricóide e anéis traqueais apoiam e protegem as vias aéreas. Os limites da MCT são a cartilagem tireoide superiormente, a cartilagem cricóide inferiormente, e os músculos cricotireóideos lateralmente em ambos os lados. A MCT situa-se cerca de 2 cm caudal em relação à proeminência laríngea e pode ser identificada por uma depressão nesta área (Figura 1) (BROFELDT *et al.*, 1996).

**FIGURA 1 – REFERÊNCIAS ANATÔMICAS PARA CRICOTIREOIDOSTOMIA CIRÚRGICA.**



FONTE: <https://medium.com/@sutureskin/cricotireoidostomia-voc%C3%AA-precisa-ser-%C3%A1gil-4bfc5310d7b6>

As artérias cricotireóideas são ramos das artérias tireóideas superiores e localizam-se ao longo de ambos os lados da MCT, unem-se na linha média mais perto da borda superior da membrana. Para evitar lesão dessas artérias deve-se incisar a membrana cricotireóidea no bordo inferior.

A identificação da MCT é relativamente simples devido à sua localização superficial na região anterior do pescoço. No entanto, obesidade, falta de familiaridade ou treinamento pode

tornar difícil a identificação imediata da MCT. O erro na identificação deste espaço pode levar à incisão no espaço tireo-hioideo com complicações graves, inclusive óbito.

Vários estudos destacam a dificuldade em identificar a MCT e a importância do treinamento continuado para garantir a segurança do paciente (ASLANI *et al.*, 2012 & HILLER *et al.*, 2016).

Elliott *et al.*, 2010 publicou um estudo envolvendo seis pacientes e relatou que anestesiológistas identificaram corretamente a MCT em somente 30% das vezes.

BAIR & CHIMA, 2015 estudaram três técnicas amplamente aceitas para identificar a MCT em 50 pacientes voluntários adultos. Concluiu que nenhuma técnica era suficientemente precisa, pois a identificação correta variou de 50 a 62%.

### 2.1.5 Materiais

A bandeja de cricotireoidostomia tem muito menos instrumentos do que uma bandeja de traqueostomia, que pode conter dezenas de pinças. O sucesso de uma cricotireoidostomia também depende da familiaridade com o equipamento necessário e prática constante em situações simuladas.

Na figura 2 há todo material necessário para a realização de uma cricotireoidostomia pela técnica padrão.

**FIGURA 2 – MATERIAL PARA CRICOTIREOIDOSTOMIA TÉCNICA PADRÃO.**



FONTE: <https://aneskey.com/cricothyrotomy-and-percutaneous-translaryngeal-ventilation/>

No paciente adulto, costuma-se usar uma cânula de traqueostomia número 6,0 pois possui um diâmetro externo em torno de 8,8 mm. Um diâmetro interno menor aumenta o

trabalho respiratório e é mais facilmente obstruída por secreções. No entanto, pelo fato do tamanho da membrana cricotireóidea variar de 09 mm até 30 mm, recomenda-se sempre que possível utilizar a maior cânula de traqueostomia disponível porém deve-se respeitar o diâmetro externo de 30 mm para evitar danos à cartilagem cricóide (SALVINO *et al.*, 1993).

Uma cânula número 6,0 com um diâmetro interno de 6,0 mm e um diâmetro externo de 8,8 mm é uma boa escolha para a maioria dos adultos. No entanto, se uma cânula de traqueostomia de tamanho adequado não estiver disponível, pode-se usar um tubo de intubação endotraqueal cortado para o comprimento adequado. O adaptador é recolocado e esse tubo cortado é introduzido na traqueia, como se fosse uma cânula de traqueostomia. Encurtar o tubo reduz o risco de colocação inadvertida em um brônquio fonte, quando isso ocorre, geralmente se direciona para o brônquio fonte direito (YEUNG, 2004).

#### *2.1.6 Considerações gerais para o procedimento*

Os equipamentos de proteção individual devem ser sempre utilizados, para precaução contra exposição a sangue e fluidos corporais. São eles luvas, máscara, óculos de proteção e avental cirúrgico.

O paciente deve ser colocado em decúbito dorsal sobre uma maca ou mesa cirúrgica. A menos que haja uma lesão na coluna cervical, o pescoço deve ser estendido para facilitar a identificação dos marcos anatômicos e obter uma exposição ampla da MCT. É importante lembrar de que a cricotireoidostomia é guiada principalmente por palpação e não pela visualização direta.

Em circunstâncias de emergência pode não haver tempo para administrar sedativos ou analgésicos. No entanto, se o paciente estiver agitado de maneira a impedir o procedimento, uma dessas medicações deverá ser administrada.

Se o tempo permitir, a pele da face anterior do pescoço deverá ser preparada com uma solução antisséptica. Se o paciente estiver consciente, a pele, tecidos subcutâneos e a membrana cricotireóidea deverão ser anestesiados com injeção de anestésico local.

Há várias técnicas para cricotireoidostomia. Entretanto, as principais são a técnica padrão e a técnica rápida de quatro tempos (TRQT), (KOVACS & SOWERS, 2018).

#### *2.1.7 Técnica padrão*

A técnica padrão é realizada em nove passos (Figura 3). No passo 1, deve-se imobilizar a laringe com a mão não dominante e palpar a membrana cricotireóidea com a mão dominante.

O posicionamento do operador deve ser do lado direito, se destro e do esquerdo se canhoto. O processo é em grande parte tátil, de modo que a posição adequada é essencial. Coloca-se o polegar e o terceiro dedo da mão não dominante em ambos os lados da cartilagem tireoide para imobilizar a laringe. Palpa-se a proeminência da laringe na linha média, com o dedo indicador desliza-se caudalmente de 1 a 2 cm até encontrar uma pequena depressão inferior à cartilagem tireoide. Esta é a membrana cricotireóidea.

Palpa-se então a cartilagem cricóide que está na borda inferior da membrana cricotireóidea. Mantem-se o controle manual e imobilização da laringe durante todo o procedimento para preservar as relações anatômicas. A estabilização adequada e a palpação contínua da laringe servem de base para o procedimento a partir do qual são estabelecidas todas as outras relações anatômicas. Enquanto se imobiliza a laringe, palpa-se a membrana cricotireóidea e completa-se todo o procedimento pelo tato. Não se deve perder tempo tentando visualizar a membrana cricotireóidea.

No passo 2, após a palpação da membrana cricotireóidea, realiza-se incisão vertical de 3 a 5 cm de comprimento através da pele que recobre a membrana, na linha média. Esta incisão na linha média evita estruturas vasculares localizadas lateralmente, além de permitir que se estenda superiormente ou inferiormente caso seja necessário para localização da membrana cricotireóidea.

No passo 3, realiza-se uma incisão horizontal de 1 cm na membrana cricotireóidea. Esta incisão deverá ser realizada com cuidado para evitar lesão da parede posterior da traqueia. A ponta do bisturi precisa permanecer em uma direção caudal para evitar as cordas vocais que embora cercadas pela cartilagem tireoide, estão localizadas a apenas 0,5 cm a 2 cm acima da MCT (SCHROEDER, 2000). Depois de ter feito a incisão na membrana cricotireóidea, deve-se manter a ponta do dedo indicador da mão não dominante no orifício de entrada para não perder a abertura. Neste tempo cirúrgico é importante a imobilização da laringe para manutenção do triângulo formado pelo polegar e o dedo médio em lados opostos da laringe e o dedo indicador na incisão da MCT pois, neste momento, eventualmente pode ocorrer sangramento que limitará a visão da membrana cricotireóidea. Na incapacidade de estabilizar a laringe por causa de obesidade, edema, trauma, anatomia anômala ou por outras razões o bisturi deverá ser deixado na incisão até o posicionamento do gancho traqueal, para não perder o local da incisão.

No passo 4 há inserção do gancho traqueal na cartilagem tireoide e tração para cima em sentido cranial.

Passo 5, inserção do dilatador Trousseau para ampliar incisão. As argolas do dilatador deverão ser apertadas para abrir suas lâminas. Deixa-se o dilatador em posição até que a cânula

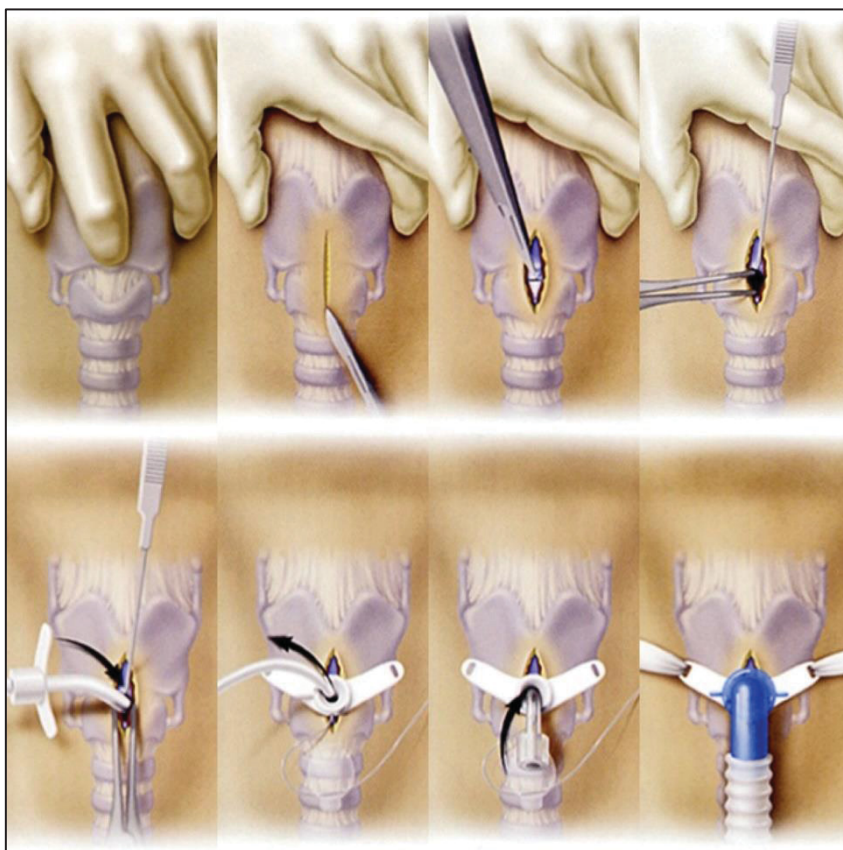
esteja colocada. As cartilagens tireoide e cricóide voltarão à posição anatômica normal quando o dilatador for removido.

Na sequência, passo 6, a cânula de traqueostomia é inserida. É preciso rodar o dilatador em 90 graus, de modo que as argolas estejam apontando para os pés do paciente e inserir o tubo entre as lâminas do dilatador Trosseau. Se o dilatador permanecer na posição horizontal, a lâmina inferior impedirá que o tubo seja introduzido dentro da traqueia. Uma vez passado as lâminas, avançar a cânula na traqueia. Retirar o gancho traqueal e dilatador de Trousseau. No passo 7, apenas remover o obturador.

Passo 8, insufla-se o balonete com uma seringa de 10 ml. Deve-se inflar o balonete com cuidado até que o indicador esteja completo, mas não tenso, isto diminui o risco de lesões por isquemia na mucosa traqueal.

Por fim, no passo 9, conecta-se o tubo de traqueostomia a um ventilador mecânico ou um dispositivo tipo bolsa-válvula-máscara (ambú). Depois de confirmar a posição correta, fixar o tubo em torno do pescoço (BRAUDE *et al.*, 2009).

**FIGURA 3 – CRICOTIREOIDOSTOMIA CIRÚRGICA TÉCNICA PADRÃO.**



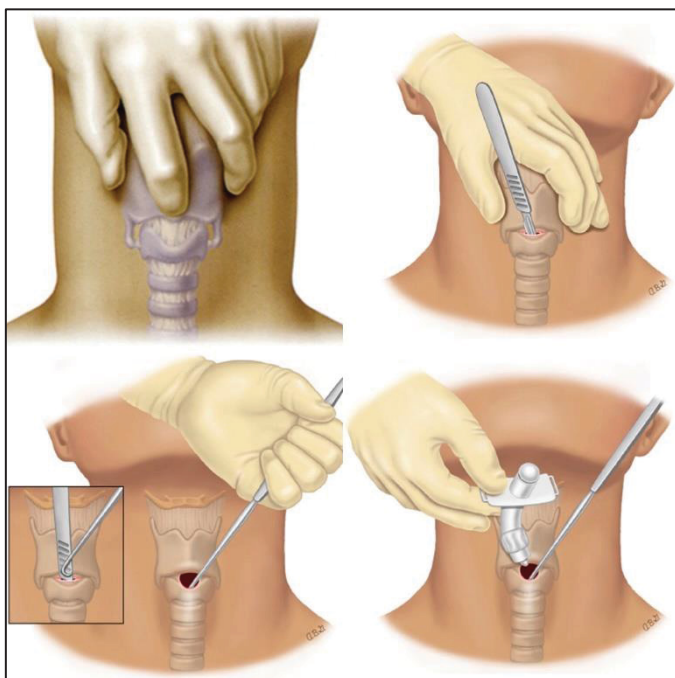
FONTE: <https://medium.com/@sutureskin/cricotireoidostomia-voc%C3%AA-precisa-ser-%C3%A1gil-4bfc5310d7b6>



### 2.1.8 Técnica rápida de quatro tempos

A TRQT pode ser feita rapidamente (Figura 4) e requer apenas um bisturi com lâmina número 11, gancho traqueal e cânula de traqueostomia com balonete (SALVINO *et al.*, 1993). Para esta técnica, o emergencista de preferência deve se posicionar na cabeceira do paciente na mesma posição da intubação endotraqueal. Em seguida executar os quatro passos na sequência: no passo 1, identifica-se a membrana cricotireóidea por palpação. No passo 2, deve-se executar uma incisão horizontal, de 1 a 2 cm, através da pele e membrana cricotireóidea com o bisturi. No passo 3, antes da remoção do bisturi, o gancho é colocado e tracionado em direção caudal sob a cartilagem cricóide, desta forma estabiliza-se a laringe. Esta é uma das diferenças em relação à técnica padrão, no qual o gancho traqueal é tracionado em sentido cranial, colocado sob a cartilagem tireoide. Também em contraste com a técnica padrão, este tempo não necessita de um assistente para manusear o gancho. Por fim, no passo 4, insere-se a cânula de traqueostomia na traqueia.

**FIGURA 4 – CRICOTIREOIDOSTOMIA CIRÚRGICA TRQT.**



FONTE: <https://link.springer.com/>

HILL *et al.*, 2010 em um estudo randomizado realizado em ovelhas concluiu que a abordagem TRQT aumentou a velocidade da finalização do procedimento (tempo mediano 67 segundos contra 149 segundos) e foi considerada mais fácil de realizar do que a técnica padrão.

Falta de ensaios clínicos randomizados sobre técnicas de cricotireoidostomia são limitados por questões éticas.

A literatura atual é baseada em relatórios de procedimentos realizados em cadáveres ou estudos com animais e apresentam resultados distintos. Portanto, não é sabido qual é a melhor técnica.

Estudos observacionais sugerem que médicos podem realizar cricotireoidostomia rapidamente pela técnica padrão, mas que a TRQT é ainda mais ágil, o que é muito importante em situações de emergência.

Um estudo observacional sobre cricotireoidostomia pela técnica padrão relatou que médicos experientes necessitam em média 73 segundos (intervalo de 53 a 255 segundos), enquanto que médicos inexperientes necessitam em média 180 segundos para completar o procedimento em cadáveres frescos (HELM *et al.*, 2005).

BROFELDT *et al.*, 1996 em estudo observacional de 44 estudantes paramédicos relatou uma média de 46 segundos (intervalo de 29 a 63 segundos) para completar uma cricotireoidostomia padrão.

SCHAUMANN *et al.*, 2005 em pesquisa realizada em cadáveres humanos preservados demonstrou que o sucesso foi de 88% na realização tanto pela técnica padrão quanto pela TRQT, mas que a TRQT foi mais rápida com um tempo médio de 43,2 segundos em comparação com 133 segundos para a técnica padrão.

## 2.2 SIMULAÇÃO NO ENSINO MÉDICO

A simulação médica é um método para praticar procedimentos ou cenários clínicos em ambientes seguros, controlados, semelhantes à realidade. Atualmente, é usada para treinar alunos em habilidades básicas, mas também pode ser útil no desenvolvimento de habilidades cirúrgicas avançadas e para evitar erros médicos. Dessa maneira, contribui para aumentar a segurança do paciente (CHANG *et al.*, 1998).

Está sendo cada vez mais usada como modelo educacional para treinamento em cenários de habilidades técnicas e não técnicas. Habilidades técnicas significam conhecimentos relacionados à própria profissão, como interpretar um raio-X, registrar uma história clínica, inserir um acesso venoso ou realizar um procedimento cirúrgico. Habilidades não técnicas são as competências cognitivas e sociais, isto é, métodos e rotinas de trabalho relacionados à liderança, trabalho em equipe multidisciplinar, tomada de decisões, consciência situacional e

divisão de tarefas (ERLANDSON *et al.*, 1989). É necessário o treinamento de ambos os tipos de habilidades para realizar um trabalho eficaz, rápido e seguro.

Ainda não é conhecido qual o tempo de retenção do conhecimento e/ou habilidade do aluno treinado com simulação e se o treinamento com apoio da simulação realmente traz mais segurança ao paciente (TAKAYESU *et al.*, 2017).

### 2.2.1 Histórico

O primeiro simulador na medicina foi desenvolvido no início da década de 60 por Asmund Laerdal, um fabricante de brinquedos de plástico. A empresa Laerdal® foi fundada na década de 1940, inicialmente seus produtos eram brinquedos de plástico e posteriormente bonecas. Em 1958, Laerdal interessou-se pela técnica de reanimação após ser abordado por dois anestesiológicos, Dr. Bjorn Lind e Dr. Peter Safar. O objetivo era construir um dispositivo para a prática de habilidades de manejo das vias aéreas e de reanimação (GRENVIK & SCHAEFER, 2004). Laerdal desenvolveu então a primeira boneca para a prática de ventilação boca-a-boca que se tornaria mundialmente conhecida como Resusci Annie. A inspiração para o rosto de Annie veio de uma famosa máscara mortuária europeia de uma moça que se afogou no rio Sena na década de 1890.

Quando Resusci Annie foi lançada comercialmente em 1960, Laerdal também mudou o logotipo da empresa para a atual imagem do Bom Samaritano cujo objetivo era transmitir o foco e a missão da Laerdal®. O sucesso foi tanto que com o passar dos anos essa linha foi aprimorada e atualmente com diversas melhorias permite um treinamento eficaz no atendimento à parada cardiorrespiratória (COOPER & TAQUETI, 2008).

A história da computação, processamento de dados e da realidade virtual no treinamento médico iniciam com a teoria de uma interface gráfica homem-máquina chamada “The Sketchpad”, desenvolvido por Ivan Sutherland na década de 60. Todavia, os avanços nessa área só começaram a acelerar na década de 80 com a propagação dos computadores.

Dois funcionários da NASA (National Aeronautics and Space Administration) apresentaram em 1989 o dispositivo que ficou conhecido como primeiro simulador cirúrgico baseado em computador. Este aparelho podia ser usado em simulações de procedimentos ortopédicos e seus resultados biomecânicos eram analisados por um computador (WYSOCKI *et al.*, 2003).

O interesse da comunidade médica neste assunto aumentou e pode ser estimado pelo grande número de artigos relacionados com o tema disponíveis na literatura. Atualmente em

uma busca na base de dados PubMed com os termos “medical simulation training” encontra-se aproximadamente 14.085 artigos, os primeiros datados da década de 60. A literatura traz informações sobre modelos e simuladores viáveis e eficientes destinados à aprendizagem de ressuscitação cardiopulmonar, acessos vasculares, videocirurgia, procedimentos em anestesia, ginecologia e obstetrícia, endoscopia, ortopedia entre outras especialidades. Além das publicações que descreveram os variados métodos, como a de Savata que em 1993 descreveu o uso da realidade virtual para treinamento cirúrgico, outros estudos tiveram objetivo de demonstrar qual seria o real impacto no aprendizado (SAVATA, 1993).

GRANTCHAROV *et al.*, 2004, divulgou estudo randomizado com 16 alunos onde avaliou a utilização de um simulador de realidade virtual no aprimoramento de habilidades de médicos residentes em treinamento de colecistectomia videolaparoscópica. Seus resultados apontaram para melhora de desempenho entre os alunos treinados com o simulador, menor tempo operatório ( $P = 0,021$ ) e menor índice de movimentos desnecessários ( $P = 0,003$ ).

As escolas médicas brasileiras começaram na década de 90 a mostrar interesse pela simulação como método de ensino. A difusão de cursos como Advanced Cardiovascular Life Support (ACLS®) e Advanced Trauma Life Support (ATLS®) em todo território nacional podem ser apontados como grandes fatores de divulgação do uso de cenários simulados, principalmente em relação ao uso de manequins. A Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP) inaugurou em 2009 um Laboratório de Habilidades e Simulação, destinado às aulas de “simulação de alta fidelidade”. Contava com uma estrutura composta por seis salas equipadas para diferentes objetivos e 40 tipos de manequins, além de um sistema de comunicação de alta tecnologia que permitia gravar os atendimentos e estudá-los na sessão de debriefing (potencializa aprendizagem por meio da reflexão dos alunos). Diversas disciplinas da faculdade compartilhavam esse espaço para o ensino e treinamento de diferentes procedimentos e habilidades médicas (TORRICELLI *et al.*, 2011).

### 2.2.2 Definição

As definições de simulação divergem na literatura, entretanto neste estudo optou-se por utilizar a definição de Gaba (GABA *et al.*, 1998), uma das maiores autoridades em simulação médica: simulação é um processo de instrução que substitui o encontro com pacientes reais em troca de modelos artificiais como atores reais, manequins de látex ou de realidade virtual, imita-se cenários de cuidados ao paciente em um ambiente próximo da realidade com o objetivo de analisar e refletir as ações realizadas pelos alunos em um ambiente controlado e de forma

segura. O ensino médico baseado em simulação utiliza também da metodologia ativa, permite atividades interativas e às vezes imersivas ao recriar toda ou parte de uma experiência clínica, sem expor os pacientes aos riscos correlacionados à falta de experiência. Além disso, o aprendizado através da experiência permite ao aluno construir e sedimentar o conhecimento, liga novas informações e vivências à teoria previamente estudada (CANNON-BOWERS, 2008; YAEGER & ARAFEH, 2008).

Este novo processo de educação em saúde necessita de dispositivos caros, muitas vezes computadorizados que podem imitar no nível básico partes do corpo humano para realizar tarefas simples ou, no outro extremo, realização de tarefas complexas em manequins de corpo inteiro (GABA & DEANDA, 1988; SINZ, 2007).

### *2.2.3 Tipos e graus de fidelidade*

Além da forma ativa de ensino, o outro pilar da simulação é o próprio simulador. O número e a gama de tecnologias disponíveis usadas em simulação para a formação de profissionais de saúde estão crescendo exponencialmente (MARAN & GLAVIN, 2003). Quando o objetivo é o ensino de habilidades simples, simuladores de baixa tecnologia ou fidelidade podem ser utilizados. Para tarefas que envolvam relacionamento interpessoal, como anamnese, pode-se usar simulação com pacientes-padrão (atores que reproduzem sintomas). Porém, em situações nas quais a realização da tarefa pelo aluno implica em risco potencial para atores, como o uso de um desfibrilador, a utilização de manequins é a alternativa mais adequada e segura (COOPER & TAQUETI, 2004). Nos últimos 10 anos, avanços tecnológicos em processamento de dados e softwares (BOTEZATU *et al.*, 2010) permitiram o desenvolvimento de manequins (COOPER & TAQUETI, 2008) para simular situações reais usando a realidade virtual (BOET *et al.*, 2009) e/ou manequins de alta tecnologia (high-technology simulator) (BEYDON *et al.*, 2010) com alta fidelidade para simular a anatomia e a fisiologia dos seres humanos.

A simulação de baixa tecnologia ou fidelidade é a utilização de um simulador simples, para treinar algum tipo de habilidade básica ou procedimentos tais como intubação endotraqueal, acesso vascular intraósseo ou inserção de cateter venoso periférico. Em contraste, a simulação de alta tecnologia e/ou fidelidade envolve manequins caros, altamente realistas, impulsionados por computadores que podem imitar a fisiologia e reações físicas de um paciente real. Estas simulações podem envolver um único aluno ou podem contemplar uma equipe completa de profissionais de saúde vivenciando um cenário multiprofissional. É fundamental a



combinação e integração do equipamento ao ambiente, aos alunos, às metas e aos objetivos educacionais (SINZ, 2007).

As experiências baseadas em simulações permitem aos educadores escolher os simuladores adequados e técnicas de ensino para criar um ambiente clínico realístico, previsível, padronizado, seguro e reproduzível. Os alunos podem cometer erros, reconhecer quando estão prestes a cometer um erro e aprender com seus acertos e erros, sem colocar pacientes em risco (SCERBO & DAWSON, 2007).

Estes simuladores de alta fidelidade custam significativamente mais do que os de baixa fidelidade homólogos, não só em termos de preço de aquisição, mas também quanto aos custos associados com pessoal e recursos adicionais necessários à manutenção e funcionamento.

NORMAN *et al.*, 2012 e BEAUBIEN, 2004 concluem que quanto mais realista a simulação maior será o nível de retenção do aprendizado. Entretanto, outras pesquisas que estudaram o benefício da simulação de alta fidelidade em comparação com a de baixa fidelidade tiveram resultados controversos.

HOADLEY, 2009 e LO *et al.*, 2011 concluem em trabalhos baseados nas diretrizes da American Heart Association (AHA) no curso ACLS®, nenhum benefício adicional com a simulação de alta fidelidade.

Já WAYNE *et al.*, 2008 e RODGERS *et al.*, 2009 encontraram melhora significativa no aprendizado com a simulação de alta fidelidade nos cursos de ACLS®.

Embora o campo da simulação médica ainda esteja em estágios iniciais de crescimento em comparação à aviação, já existem simuladores computadorizados para mais de 20 tipos de treinamentos de habilidades, muitos dos quais estão em vários estágios de desenvolvimento ou comercialização.

#### 2.2.4 Aplicabilidade e benefícios

A arte ou ciência de orientar adultos a aprender é chamada andragogia, segundo a definição creditada a Malcolm Knowles, na década de 1970. O termo remete a um conceito de educação voltada para o adulto, em contraposição à pedagogia, que se refere à educação de crianças (do grego paidós, criança).

Para educadores como Pierre Furter (1973), a andragogia é um conceito amplo de educação do ser humano que pode ser aplicado à qualquer idade.

A UNESCO, por sua vez, já utilizou o termo para se referir à educação continuada e às melhores práticas para orientar adultos a aprender. É preciso considerar que a experiência é a

fonte mais rica para o aprendizado de adultos. Estes são motivados a aprender conforme vivenciam necessidades e interesses de que o aprendizado fará diferença em sua vida.

O modelo andragógico baseia-se nos seguintes princípios:

1. Necessidade de saber: adultos precisam saber o porquê precisam aprender algo e qual o ganho que terão no processo.
2. Autoconceito do aprendiz: adultos são responsáveis por suas decisões e por sua vida, portanto querem ser vistos e tratados pelos outros como capazes de se autodirigir.
3. Papel das experiências: para o adulto suas experiências são a base de seu aprendizado. As técnicas que aproveitam essa amplitude de diferenças individuais serão mais eficazes.
4. Prontidão para aprender: o adulto fica disposto a aprender quando a ocasião exige algum tipo de aprendizagem relacionado a situações reais de seu dia-a-dia.
5. Orientação para aprendizagem: o adulto aprende melhor quando os conceitos apresentados estão contextualizados para alguma aplicação prática ou utilidade.
6. Motivação: adultos são motivados a aprender por valores intrínsecos como autoestima, qualidade de vida e desenvolvimento.

Estes avanços de classificação da educação têm implicações diretas nos programas de simulação de habilidades técnicas. Vários modelos são utilizados para recriar o ambiente, a assistência ao paciente e treinamento prático de técnicas essenciais que precisam ser dominadas pelo médico.

O fato do ambiente de simulação ser seguro, permite aos alunos errar e aprender com as falhas de uma forma que seria impensável em uma situação real. Isto permite explorar os limites de cada técnica em vez de permanecer dentro da zona de conforto e segurança (VOZENILEK *et al.*, 2004). Assim, o potencial da simulação como ferramenta de aprendizagem é grande, especialmente quando se considera que os instrutores ou facilitadores podem melhorar o aprendizado, aumentar a retenção de conhecimento e qualidade das habilidades técnicas dos alunos a longo prazo, além de assegurar utilização eficiente das técnicas treinadas.

As vantagens do treinamento de competências nos laboratórios incluem diminuição do estresse da aprendizagem quando comparado com a sala de emergência ou de cirurgia, pois está em um ambiente seguro; favorece o desenvolvimento de novas competências; tem oportunidade de prática repetitiva, deliberada e participativa em vez da aprendizagem por observação; é permitido errar; pode-se simular com modelos de bancada. Pode-se incorporar inovações da informática; garante-se avaliação instantânea (*feedback*) e *debriefing*. Todos estes fatores

revolucionaram o modo de ensinar para adultos. A implementação do treinamento baseado em simulação em cirurgia proporciona uma experiência complementar, visa acelerar a curva de aprendizado e melhorar a segurança dos pacientes (BUYSKE, 2010; ROSS & METZNER, 2015).

Além de ser um método de ensino e treinamento, a simulação também pode ser utilizada para avaliar o desempenho (GABA *et al.*, 1998; PECKLER *et al.*, 2008), sendo este um dos estímulos para a sua introdução na formação profissional. Pode-se desta maneira avaliar competência e não só conhecimento. Este aspecto tem ampliado a participação da simulação em avaliações de alunos da graduação em medicina e no processo seletivo de residência médica (CANTILLON *et al.*, 2004; DILLON, 2004; ROGERS, 2004; VOZENILEK, 2004).

Em 2004 o Ministério da Educação e Cultura recomendou que o processo seletivo de residência médica incluísse avaliação de competências práticas por meio de simulação. Esta modalidade foi implementada por várias Universidades, dentre elas o Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina USP, Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (HCFMRP-USP) e Universidade Federal do Paraná (CHC-UFPR).

É utilizado este método também, desde 2009, na seleção de candidatos ao título de especialista da Associação de Medicina Intensiva Brasileira (AMIB). A Sociedade Americana de Emergência em 2004 recomendou que a simulação fosse implementada em atividades envolvendo o treinamento de médicos residentes, baseada nas competências descritas acima. A implementação deste sistema integrado ou denominado Educação Médica Baseada em Simulação (EMBS) já faz parte do currículo educacional de muitas universidades na América do Norte e Europa (FRASER *et al.*, 2011; STEFANIDIS *et al.*, 2010).

### 2.2.5 Estudos na área

O treinamento em simulação para videocirurgia é o método mais estudado, e apenas nos últimos três anos foram publicadas nove revisões sistemáticas. Já está bem estabelecido que o treinamento em simulação videocirúrgica aumenta o aprendizado (conhecimento e habilidades técnicas) medido no ambiente de simulação (AHLBERG *et al.*, 2007; SEYMOUR *et al.*, 2002), isto é confirmado nas últimas revisões sistemáticas (BUCKLEY *et al.*, 2014; GLASSMAN *et al.*, 2016).

A transferência de habilidades para a clínica foi investigada em cinco pesquisas, todas mostram que aqueles que treinaram em ambientes de simulação têm melhor desempenho na avaliação, melhor desempenho geral, menos erros e menor tempo operacional do que aqueles

sem treinamento em simulação (BUCKLEY *et al.*,2014; DAWE *et al.*,2014; VANDERBILT *et al.*,2014; ZENDEJAS *et al.*,2013).

Várias revisões mostram que o treinamento em equipe baseado em simulação tem efeitos positivos no aprendizado e na transferência de habilidades para atendimento de emergência (SIDHU *et al.*,2007), gerenciamento de recursos (ANASTAKIS *et al.*,1999; BANN *et al.*,2004), ressuscitação de recém-nascidos, bebês (TEMPERLY *et al.*,2018) e trauma (PAZIN FILHO & SCARPELINI, 2007).

BOET *et al.*,2014 avaliaram cinco estudos e relataram que após o treinamento em simulação, nos quais examinaram os efeitos nos pacientes, observaram melhora dos resultados destes pacientes, assistência mais eficiente por intubação mais rápida, menor tempo para tomografia computadorizada, risco reduzido de complicações e redução da morbidade perinatal.

Um outro estudo observou um efeito significativo na diminuição da mortalidade após o treinamento. Este estudo mostrou que o número de crianças que sobreviveram às tentativas de ressuscitação aumentou de 33% para 50% após o treinamento em simulação e que esse efeito persistiu após três anos (ANDREATTA *et al.*,2011).

Outros dois estudos mostraram uma redução significativa nas complicações após o treinamento com simulação. Relataram que esse efeito permaneceu 18 a 24 meses após o exercício (PHIPPS *et al.*,2012; RILEY *et al.*,2011).

Nos últimos anos, revisões sistemáticas de treinamento em simulação para endoscopia (DAWE *et al.*,2014; KENNEDY *et al.*,2013; SINGH *et al.*,2014), cirurgia endovascular (SEE *et al.*,2016), educação de enfermeiros (O'LEARY *et al.*,2015; VINCENT *et al.*,2015), histeroscopia (SAVRAN *et al.*,2016) e simulação em cirurgia robótica (MOGLIA *et al.*,2016) também foram publicadas com relatos de efeitos positivos no aprendizado após o treinamento simulado.

Após pesquisa nas principais bases de dados (MEDLINE, EMBASE, CINAHL, ERIC, PsychINFO, Scopus), periódicos importantes e bibliografias de revisões anteriores até novembro de 2019, não foi encontrado nenhum estudo que avaliasse aquisição e retenção de conhecimento sobre simulação em cricotireoidostomia cirúrgica para alunos inexperientes.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Hospital do Trabalhador – SES/PR, sob número de registro CAAE 63022116.4.0000.5225, parecer de aprovação 1.905.794 (ANEXO 1). Todos os participantes voluntários da pesquisa assinaram termo de consentimento livre e esclarecido.

#### 3.1 DESENHO DO ESTUDO

Para responder ao objetivo desta pesquisa foram incluídos 90 alunos voluntários dos segundo e terceiro períodos do curso de medicina da UFPR. Os alunos foram convidados por meio de comunicação direta através de e-mail com os representantes de turma dos respectivos períodos. O conhecimento prévio sobre o tema foi critério de exclusão, ou seja, seriam excluídos alunos que tiveram aula teórica, prática sobre cricotireoidostomia cirúrgica ou tivessem acompanhado a realização de uma via aérea cirúrgica. Nenhum dos participantes preencheu os critérios de exclusão.

Foi escolhida a técnica de cricotireoidostomia rápida de quatro tempos por ser evidentemente mais rápida, mais frequentemente realizada e por utilizar menos materiais que a técnica padrão (QUICK *et al.*, 2014).

Este estudo consistiu em pesquisa de intervenção de três braços para avaliar aquisição e retenção de conhecimento de alunos sem experiência alguma com o procedimento (Figura 5). Para isto, os acadêmicos foram organizados em 3 grupos de 30 indivíduos, por método de randomização eletrônica simples (Research Randomizer®).

O cálculo do tamanho amostral foi realizado calculando-se um poder do teste de 80% e nível de significância de 5%. Neste cálculo usou-se a média amostral de cada grupo, variância entre grupos igual a 10.86 e assumiu-se variância dentro dos grupos igual a 60. Logo, o tamanho mínimo de amostra para cada grupo foi de 28 participantes.

O grupo 1 foi submetido a aula expositiva. O grupo 2 foi submetido a aula prática com simulação do procedimento em modelo de baixa fidelidade, desenvolvido pelo próprio pesquisador. O grupo 3 foi submetido a aula prática com simulação do procedimento em manequim de alta fidelidade Megacode Kelly Laerdal®.

A aula expositiva foi ministrada pelo professor do departamento de cirurgia UFPR, disciplina de cirurgia do trauma, responsável na época pelo tema de via aérea cirúrgica. Deste modo anulou-se o viés do pesquisador. O conteúdo dessa aula foi: breve histórico do procedimento, materiais, indicações, técnicas cirúrgicas (padrão e TRQT) e complicações.

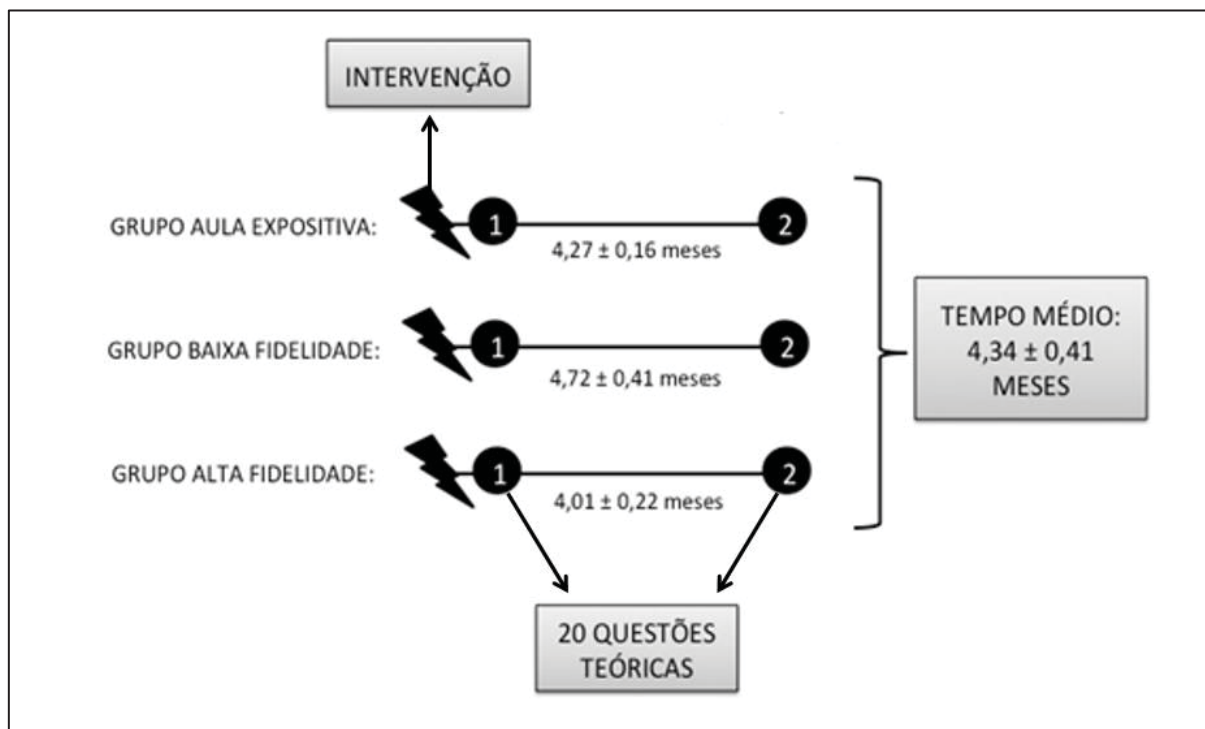
O treinamento dos alunos com modelo de baixa fidelidade foi realizado pelo pesquisador com grupos de 6 a 12 alunos nas dependências da UFPR. Inicialmente foi realizada instrução oral (sem recursos audiovisuais) com mesmo conteúdo da aula expositiva seguido da atividade prática no modelo, uma vez por aluno.

O treinamento com modelo de alta fidelidade foi realizado no Centro de Treinamento do Hospital da Cruz Vermelha do Paraná. Esta parte do experimento também foi conduzida pelo pesquisador principal com grupos de alunos variando de 6 a 12 indivíduos. Assim como no modelo de baixa fidelidade, foi realizada instrução oral, seguido do treinamento prático no modelo, uma vez por aluno.

Tanto a aula expositiva quanto os dois treinamentos simulados tiveram duração de 20 minutos cada um, controlados por temporizador digital. Ao final de cada aula ou treinamento, os participantes realizaram uma prova (P1) de 20 questões do tipo múltipla escolha (mesma para todos os grupos), com somente uma alternativa correta (APÊNDICE 1) e tempo de resolução de 30 minutos. O objetivo foi avaliar a aquisição de conhecimento logo após a intervenção. O conteúdo da prova abrangeu material necessário para realizar uma cricotireoidostomia cirúrgica, descrição do procedimento, indicações, referências anatômicas, cuidados técnicos e possíveis complicações. Não foi disponibilizado o gabarito da prova e os alunos foram orientados a não estudar o tema até a realização da segunda avaliação.

É esperado que os alunos da graduação de medicina entendam o procedimento, saibam os tempos cirúrgicos, todavia não é esperada, nem avaliada, a habilidade técnica na execução do ato operatório durante a graduação. Avaliação de habilidade seria objetivo se o grupo de alunos da pesquisa fossem médicos residentes ou especialistas em emergência. Tradicionalmente avalia-se a aquisição de conhecimentos através de provas teóricas de múltiplas escolhas, e para não haver dúvidas sobre a forma de avaliação, nesta pesquisa foi utilizado o método com validade comprovada e que sempre foi usado, pois o objetivo foi testar uma nova opção de ensino e não uma nova modalidade de avaliação.

Após 4 meses, os alunos realizaram uma segunda prova (P2) com o mesmo conteúdo e número de questões (APÊNDICE 1), porém, para diferenciar da P1, alterou-se a ordem das alternativas e/ou enunciado das questões. Os alunos permaneceram no mesmo período entre as provas e foram orientados a não estudar para não criar um viés. A finalidade da P2 foi avaliar a retenção de conhecimento passados quatro meses. Este intervalo de tempo foi escolhido embasado na literatura, a exemplo de MIZUBUTI *et al.*, 2019 que publicou um estudo prospectivo de coorte que avaliou retenção de conhecimento em residentes de anestesiologia.

**FIGURA 5 – METODOLOGIA DE INTERVENÇÃO E AVALIAÇÃO DE CADA GRUPO.**

FONTE: O autor (2019).

### 3.2 DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE SIMULAÇÃO DE CRICOTIREOIDOSTOMIA DE BAIXA FIDELIDADE

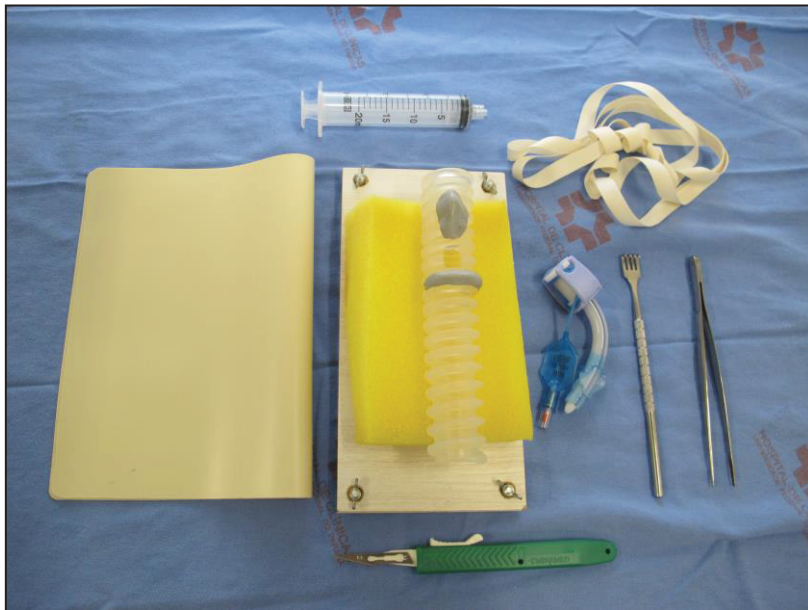
O simulador de baixa fidelidade foi elaborado a partir de um simulador de traqueostomia criado previamente (TEMPERLY *et al.*, 2018). Foram realizadas alterações para simplificar a montagem, diminuir custo e permitir execução da cricotireoidostomia TRQT de maneira adequada.

#### 3.2.1 Materiais

Os materiais utilizados para construir o simulador foram: placa de MDF de média densidade (*Medium Density Fiberboard*) retangular medindo 20 x 10 x 0,5 cm, bloco de espuma medindo 15 x 9 x 3 cm, segmento de traqueia de ventilador mecânico de 20 cm, peças de Durepóxi® moldadas no formato das cartilagens cricóidea e tireóidea, plástico filme de policloreto de vinila (PVC), pele sintética para treinamento de tatuagem tamanho 27cm x 15 cm e bexiga de borracha de tamanho 10 (Figura 6).



**FIGURA 6 – MATERIAIS UTILIZADOS PARA SIMULAÇÃO DE BAIXA FIDELIDADE.**



FONTE: O autor (2019).

### *3.2.2 Confeção do simulador de baixa fidelidade*

A base é formada por duas placas retangulares de MDF perfuradas nas quatro extremidades, justapostas e fixadas por parafusos e porcas. Sobre a base, foi colado um bloco de espuma retangular com a função de apoiar a traqueia.

Sobre essa estrutura, foi colocado o segmento de traqueia de ventilador mecânico. A traqueia do ventilador mecânico permite a simulação dos anéis traqueais que podem ser palpados abaixo da pele artificial, serve também para encaixar as peças que representam as cartilagens laríngeas e para a bexiga que simula o pulmão.

As peças simuladas das cartilagens tireoide e cricóide, feitas de Durepóxi®, possuíam na sua face posterior encaixes para fixação na traqueia do ventilador, foram feitas respeitando-se o tamanho e a posição anatômica. No local entre as cartilagens tireoide e cricoide, correspondente à MCT, foi realizada uma abertura de 1cm x 2,5 cm na traqueia do ventilador para reproduzir o espaço cricótireoideo. Todo esse conjunto foi envolto por cinco camadas de filme plástico de PVC, a fim de fixar as peças e simular a MCT. A bexiga foi colocada na porção terminal da traqueia do ventilador para simular os pulmões e dessa maneira permitir a visualização da ventilação logo após realização da cricotireoidostomia com cânula de traqueostomia número 4,5.

A pele foi posicionada de forma a revestir todo o simulador e foi fixada bilateralmente com as extremidades pressionadas entre as duas placas de MDF.

O simulador desenvolvido permite reproduzir a TRQT, que consiste na incisão da pele com perfuração da MCT, posicionamento da cânula de traqueostomia (número 4.5) na traqueia, insuflação do balonete, conexão ao ambú e ventilação. Quando se ventila, a bexiga permite observar o êxito ou falha do procedimento (Figura 7).

**FIGURA 7 – CRICOTIREOIDOSTOMIA TRQT EM SIMULADOR DE BAIXA FIDELIDADE.**



FONTE: O autor (2019).

Foram produzidos seis simuladores para o estudo. Todos os alunos realizaram o procedimento com a pele do simulador íntegra. Cada simulador de baixa fidelidade custou R\$ 15.50 e cada troca de pele R\$ 3.50, ambos custeados pelo pesquisador.

### 3.3 SIMULADOR DE ALTA FIDELIDADE MEGACODE KELLY LAERDAL®

O grupo 3 foi submetido ao simulador de alta fidelidade MegaCode Kelly® (Figura 8). É definido pelo fabricante como um manequim vantajoso para treinamento de uma ampla gama de habilidades avançadas no salvamento de vidas. Os benefícios do produto incluem: educação eficaz para treinamento em suporte avançado à vida, treinamento de habilidades fundamentais de prestadores de atendimentos médicos pré-hospitalares; possui vários cenários disponíveis no conjunto de programas SimStore® que podem ser utilizados pelo facilitador. Desta forma, é possível treinamento padronizado enquanto cenários personalizados e o controle do facilitador

em tempo real permite a adaptação para satisfazer as necessidades individuais do estudante. Este manequim é durável, rígido e realístico; altamente flexível e móvel para uso inclusive em campo, permite transporte para treinamento em áreas remotas de um centro de simulação; a plataforma de dados do manequim permite múltiplos módulos para treinamento de cenários incluindo reanimação cardiopulmonar básica, avançada, atendimento ao paciente traumatizado, emergências clínicas, controle de hemorragia e primeiros socorros. O custo para adquirir este manequim em 2019 é de aproximadamente 7.500 dólares americanos. (<https://www.schoolhealth.com/resusci-anne-advanced-skill-trainer>).

**FIGURA 8 – CRICOTIREOIDOSTOMIA TRQT EM SIMULADOR DE ALTA FIDELIDADE.**



FONTE: O autor (2019).

### 3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As notas das provas (P1 e P2) foram expressas em médias e desvio padrão (média  $\pm$  DP). O teste de Shapiro-Wilk foi aplicado para avaliar a normalidade das notas.

Após, foi realizada análise comparativa das performances observadas em cada prova entre cada um dos grupos de estudo. Para este propósito, foi usada a Análise de Variância (ANOVA) com efeito de interação entre os fatores: (i) provas (P1 e P2) e (ii) grupos (aula expositiva, baixa fidelidade ou alta fidelidade). ANOVA é uma coleção de modelos estatísticos no qual a variância amostral é particionada em diversos componentes devido a diferentes fatores (variáveis), que nas aplicações estão associados a um processo, produto ou serviço. Através desta partição, a ANOVA estuda a influência destes fatores na característica de interesse (MONGOMERY, 2017). O objetivo da análise foi investigar possíveis diferenças das notas entre os fatores (grupos e provas).

Na sequência, utilizou-se um teste de comparações múltiplas (post-hoc) com correção de Bonferroni para avaliar diferenças dentro de cada fator. Considerou-se significância estatística quando  $p < 0,05$ . A análise estatística dos dados foi feita no software estatístico R (R Core Team, 2019) versão 3.6.1.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 NOTAS DAS PROVAS POR GRUPOS

As notas médias dos grupos do modelo de aula expositiva, modelo de baixa fidelidade e modelo de alta fidelidade na primeira prova, foram respectivamente 75,00; 76,09 e 68,79. Na segunda prova as notas médias foram respectivamente, 69,84; 75,32 e 69,46. A tabela 1 mostra os resultados das notas em cada prova, de cada grupo, expressos em média  $\pm$  desvio padrão. Estes resultados indicam que o grupo baixa fidelidade foi o que apresentou as maiores notas, tanto em P1 quanto em P2. As menores notas, em ambas as provas, foram do grupo de alta fidelidade. Além disso, com a intenção de comparar a nota entre os fatores prova e grupo, efetuou-se o teste ANOVA para verificar se houve interação entre tais fatores. O resultado deste teste apontou diferença significativa ( $p < 0,05$ ).

**TABELA 1 – MÉDIA  $\pm$  DP DA NOTA DOS ALUNOS POR PROVA E GRUPO.**

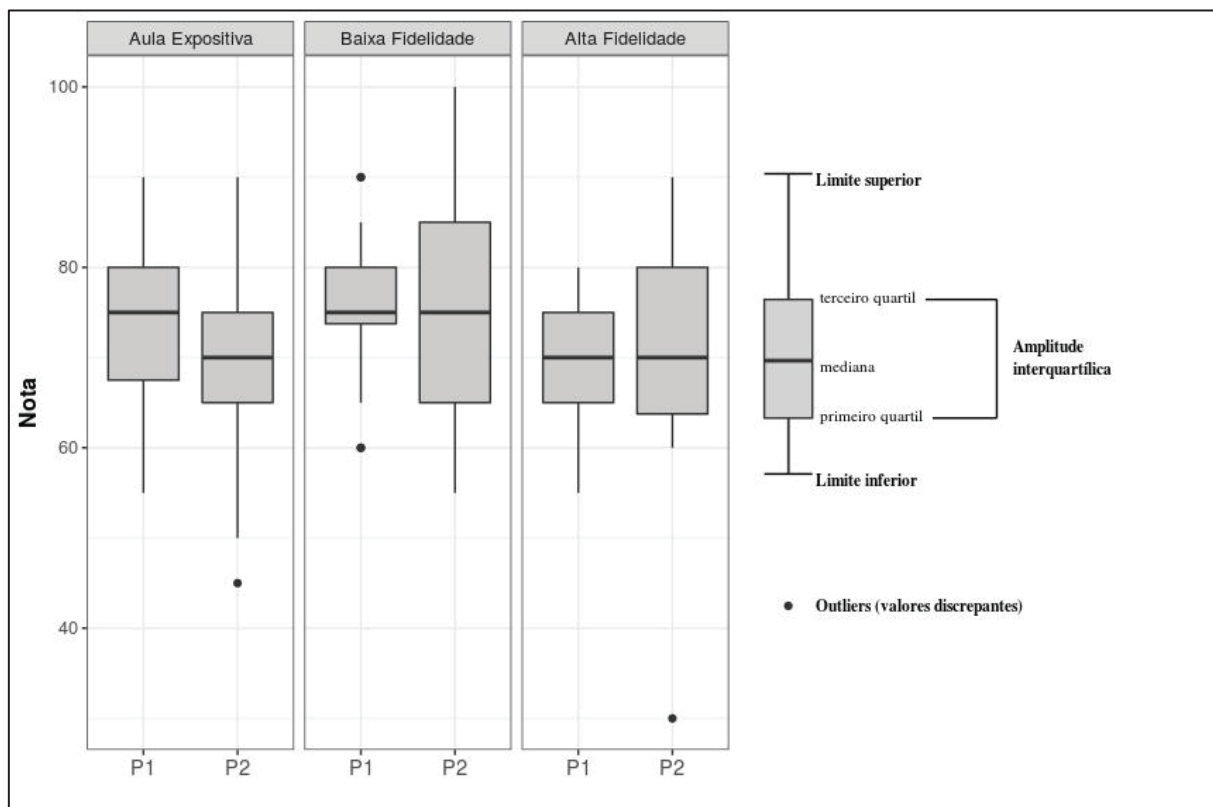
PROVAS	AULA EXPOSITIVA	BAIXA FIDELIDADE	ALTA FIDELIDADE	p
P1 (n=90)	75,00 $\pm$ 9,31	76,09 $\pm$ 8,01	68,79 $\pm$ 8,09	<0,05
P2 (n=90)	69,84 $\pm$ 9,79	75,32 $\pm$ 12,03	69,46 $\pm$ 11,96	>0,05

Teste paramétrico de Análise de Variância (ANOVA); DP:desvio padrão.

FONTE: O autor (2019).

### 4.2 COMPARAÇÃO DAS NOTAS NAS PROVAS 1 E 2 POR GRUPO

A figura 9 complementa a tabela 1, ao mostrar graficamente as notas obtidas pelos alunos por prova (P1 ou P2) e por grupos. De acordo com os resultados apresentados na figura 9, é possível observar que o grupo de aula expositiva apresentou notas menores na P2 quando comparadas à P1. Nos demais grupos as notas apresentaram pequenas variações entre P1 e P2.

**FIGURA 9 – GRÁFICO BOX-PLOT PARA NOTA DOS ALUNOS POR PROVA E GRUPO.**

FONTE: O autor (2019).

Posteriormente ao teste ANOVA, conduziu-se um teste de comparações múltiplas com o propósito de avaliar diferenças dentro de cada fator. Assim, os resultados apresentados na tabela 2 mostram que o grupo que recebeu aula expositiva foi o único que apresentou diferença significativa entre P1 e P2 ( $p < 0,05$ ). Já os demais grupos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre as provas ( $p > 0,05$ ).

**TABELA 2 – COMPARAÇÕES DAS PROVAS 1 E 2 POR GRUPO.**

PROVAS	GRUPOS	p
P1 x P2	Aula Expositiva	0,04
P1 x P2	Baixa Fidelidade	0,76
P1 x P2	Alta Fidelidade	0,79

FONTE: O autor (2019).

### 4.3 COMPARAÇÃO DAS NOTAS EM CADA PROVA ENTRE GRUPOS

A tabela 3 apresenta os resultados das comparações múltiplas entre os grupos dentro de cada tempo.

**TABELA 3 – COMPARAÇÕES INTER-GRUPOS POR PROVA.**

PROVAS	COMPARAÇÃO POR GRUPOS	p
P1	Aula Expositiva x Baixa Fidelidade	1,00
	Aula Expositiva x Alta Fidelidade	0,04
	Baixa Fidelidade x Alta Fidelidade	0,01
P2	Aula Expositiva x Baixa Fidelidade	0,09
	Aula Expositiva x Alta Fidelidade	1,00
	Baixa Fidelidade x Alta Fidelidade	0,07

FONTE: O autor (2019).

Os resultados apresentados na tabela 3 mostram que ao se analisar aquisição de conhecimento logo após a intervenção (P1), houve diferença ( $p < 0,05$ ) entre os grupos de aula expositiva e de alta fidelidade. Nessa comparação, a média observada no grupo de aula expositiva foi maior do que a de alta fidelidade. Também houve diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre os grupos submetidos à simulação, com maior média no grupo de baixa fidelidade do que no de alta fidelidade.

Contudo, em P2, apesar das diferentes notas observadas na figura 3, não houve diferença com significância estatística ( $p > 0,05$ ) ao se comparar os grupos em pares.



## 5. DISCUSSÃO

Com o advento de novas tecnologias e de diferentes métodos de aprendizado, o ensino tradicional centrado no docente e feito de maneira expositiva vem sendo cada vez menos aceito por parte dos alunos (ANDREATTA *et al.*, 2011; MARAN & GLAVIN, 2003). Para manter a atenção dos estudantes e garantir um aprendizado integral, os educadores passaram a buscar novas estratégias de ensino. Exemplo atual é a metodologia ativa (centrada no aluno), na qual o aluno é exposto a uma situação prática e exercerá papel ativo na aquisição dos conceitos necessários para a compreensão e solução do problema. Neste método de ensino, o professor assume a postura de facilitador e não a de fornecedor ativo da informação, isto exige capacitação e adaptação por parte do profissional (WANG & VOZENILEK, 2005). A simulação é um exemplo dentre as várias formas de métodos ativos de ensino, pois o aluno passa a ser o protagonista de seu aprendizado. De acordo com a teoria do psiquiatra americano William Glasser, os alunos aprendem 10% lendo, 20% escrevendo, 50% observando e escutando, 70% discutindo com outras pessoas, 80% praticando e 95% ensinando. Consta-se então, que os métodos mais eficientes estão inseridos justamente na metodologia ativa de aprendizado.

Dentro deste contexto encontram-se as escolas de medicina e residências médicas, que estão passando por uma mudança no seu modelo tradicional de ensino. A fragmentação do conhecimento em especialidades e o aprendizado médico baseado em técnicas passivas, como aulas expositivas e leitura, comprovadamente diminuem a retenção de conhecimento, isto foi demonstrado neste estudo e no de KHAN *et al.*, 2011. Devido à quantidade crescente de informações e à carência de treinamento prático, muitos alunos referem insegurança e inabilidade ao lidar com pacientes. Em contraposição, espera-se que o médico saiba atuar em diversos cenários e que apresente habilidade de comunicação, relacionamento interpessoal, tomada rápida de decisão e destreza manual para a realização de procedimentos necessários para o tratamento adequado do paciente; assegurando, conseqüentemente, um melhor prognóstico (CARVALHO *et al.*, 2017).

Atualmente, ensinar alunos de medicina expondo o paciente à riscos desnecessários tornou-se algo inaceitável devido a questões éticas e legais. Desta forma, buscam-se alternativas para ensinar, treinar e capacitar com segurança os futuros médicos para os desafios que encontrarão na profissão. Com o propósito de minimizar a desconexão entre a sala de aula e o ambiente real, a simulação médica foi proposta como método de ensino para preencher esta lacuna educacional, pois permite treinar quaisquer cenários quantas vezes forem necessárias, inclusive, o aluno pode aprender com o próprio erro sem prejudicar um paciente (CHANG *et*

*al.*, 1998 & ROGERS, 2004). Diante dessa tendência de mudança no cenário educacional, ainda pouco observada em larga escala nos países subdesenvolvidos, esta pesquisa buscou comparar a eficácia do método tradicional e da simulação em diferentes graus de fidelidade.

Na indústria e principalmente na aviação comercial, nas quais a capacidade técnica e a habilidade do profissional são elementos críticos, o emprego da simulação é intenso, com ampla aceitação e credibilidade nos resultados. Na aviação, por exemplo, acredita-se que a redução de 50% nas taxas de acidentes aéreos nos últimos anos seja em grande parte devido ao uso de tecnologias avançadas de simulação que vem sendo utilizadas no treinamento de pilotos e tripulantes (PAZIN FILHO & SCARPELINI, 2007).

Mesmo com esses resultados obtidos na aviação e em outros setores, ainda é observada certa rejeição à utilização deste método no ensino médico. Os questionamentos mais frequentes quanto ao método são relativos aos custos, pelo fato de envolver tecnologia e demandar grande contingente de recursos humanos; limitações técnicas pela dificuldade em reproduzir a fisiologia e fisiopatologia de modo fidedigno; limitações científicas, pois ainda faltam pesquisas que comprovem a efetividade do método nos diversos níveis da formação acadêmica do médico; limitações culturais, pela simples resistência às novas metodologias de ensino e por necessitar de adaptação pessoal e capacitação técnica do professor (DILLON, 2004; MOORTHY *et al.*, 2003; VOZENILEK, 2004; ZIV *et al.*, 2003).

Dentre estes questionamentos, a validade do método tem sido explorada e discutida exaustivamente na literatura existente e também foram todos abordados neste trabalho (DILLON, 2004; MOORTHY *et al.*, 2003; VOZENILEK, 2004; ZIV *et al.*, 2003).

Quanto ao fator econômico, há poucos estudos que analisam os reais gastos educacionais, pois são muitas variáveis envolvidas e há dificuldade em mensurar o retorno direto e indireto trazido pelo método. ZENDEJAS *et al.* 2013 pesquisou os custos envolvidos com a simulação. De um total de 10.903 artigos, foram identificados apenas 967 estudos comparativos. Desses, somente 1,6% forneceram informações sobre custo em comparação com outra abordagem de ensino. O autor concluiu que os relatórios de custos são pouco frequentes, incompletos e mais estudos são necessários para avaliar o custo real da simulação (ZENDEJAS *et al.*, 2013). Apesar do custo elevado de alguns simuladores, a adequada utilização pode reduzir o custo total do processo de aprendizagem por evitar complicações, bem como reduzir o desperdício de material médico principalmente quando se trata de procedimentos associados ao uso de materiais ou equipamentos dispendiosos e frágeis. Outra vantagem é que não se utilizam cadáveres ou animais de experimentação e isto acaba reduzindo ainda mais o custo, elimina-se a dificuldade de obtenção e eventuais conflitos éticos. Ao contrário da maioria dos artigos

publicados sobre simulação, esta pesquisa descreveu detalhadamente os custos envolvidos nos diferentes simuladores, pois o fator econômico é uma variável importante na escolha do método de ensino. Neste estudo, o custo do manequim de alta fidelidade foi de 7.500 dólares americanos, e o modelo desenvolvido pelo pesquisador custou cerca de 20 reais, incluindo o valor da troca de pele artificial, realizada em cada procedimento. Os modelos de baixo custo têm como benefício a possibilidade de treinamento repetido, sem a preocupação com o preço de reposição de algum item pois estes são facilmente acessíveis, permitindo desta maneira aprendizado conforme necessidade individual do aluno. Pode-se repetir quantas vezes forem necessárias sem a preocupação com custos. Portanto, estes manequins têm a vantagem de serem adquiridos por uma fração do valor de um manequim de alta fidelidade, sem prejuízo do aprendizado.

O fator técnico foi compensado com o avanço tecnológico que vem ocorrendo e adequação ao tipo de atividade desenvolvida. Os simuladores de baixa fidelidade costumam ser usados para o aprendizado de tarefas mais simples e diretas, como o treinamento de habilidade única (modelo de acesso venoso periférico), no qual é suficiente somente a reprodução das referências anatômicas e texturas para conexão com a realidade. Já os simuladores de alta fidelidade são desenvolvidos com softwares sofisticados com intuito de reproduzir com grande precisão os parâmetros fisiológicos, movimentos, sinais clínicos, além de permitir o controle remoto destes parâmetros pelo instrutor/facilitador. A aproximação da realidade, mesmo que não seja totalmente alcançada, já é suficiente para cumprir com o objetivo principal da simulação que é ensinar sem oferecer riscos ao paciente, garantindo ao aluno uma experiência prévia de atendimento antes do contato com um paciente (CHO *et al.*,2008; HAMSTRA *et al.*,2014). Esta pesquisa pode ser usada como exemplo disto, visto que um simulador desenvolvido com materiais simples, mas com anatomia e consistência próximas da realidade, foi eficaz para o ensino de um procedimento cirúrgico como a cricotireoidostomia.

Quanto ao questionamento científico, há uma quantidade grande de trabalhos, inclusive esta pesquisa, que validam a simulação como método mais eficaz no aprendizado do que aulas expositivas ou outros modelos de ensino.

COOK *et al.*,2012 compilaram uma série de revisões sistemáticas e metanálises sobre os efeitos da simulação médica. Com base em uma pesquisa sistemática abrangente da literatura identificou-se cerca de 11.000 artigos. Foi pesquisado o efeito do treinamento baseado em simulação nas áreas de videocirurgia, endoscopia, trauma, treinamento de equipe multiprofissional, obstetrícia, procedimentos endovasculares e outras cirurgias. A primeira análise (609 estudos) foi sobre o resultado da simulação comparado esta a nenhuma intervenção

(COOK *et al.*,2011). Assim como nesta pesquisa, os estudos mostraram efeitos positivos com diferenças estatísticas significativas na aprendizagem, ganho de habilidades e melhores resultados dos pacientes nos grupos que tiveram simulação em comparação com grupos sem nenhuma intervenção. Em comparação com outros métodos de ensino como aulas expositivas, práticas em pacientes reais ou pacientes atores (treinados para representar uma patologia específica), discussão em pequenos grupos ou treinamento com apoio de vídeo, as metanálises mostraram que o treinamento em simulação estava associado a resultados significativamente melhores no aprendizado (COOK *et al.*,2012).

BRYDGES *et al.*, 2015 demonstraram que na cirurgia, anestesia e endoscopia há uma correlação positiva entre a habilidade avaliada no ambiente de simulação e o desempenho numa situação real. Nos estudos que compararam o treinamento em simulação com o treinamento no paciente (supervisionado), não houve diferença entre os grupos, o que indica que o ensino e treinamento com simulação pode ser equivalente ao treinamento no paciente, mas com a vantagem de eliminar riscos para tais pacientes (BRYDGES *et al.*,2015).

Estudos que envolvem simulação são de difícil interpretação em decorrência de um viés intrínseco: ao se realizar uma pesquisa, não se pode ter certeza se a técnica fez a diferença ou se houve um maior empenho das pessoas que utilizaram o método. A motivação ao se realizar a implantação de um novo método pode, por si só, resultar em melhores resultados, independentemente do método empregado. Outro fator limitante é o tempo de observação. Períodos muito curtos de observação podem não refletir a retenção do conhecimento e, conseqüentemente, não há como garantir que o aprendizado na simulação seja transferido para a situação real (MORETTI *et al.*,2007; VOZENILEK, 2004; WANG & VOZENILEK, 2005). Para contornar essas limitações é importante que o desenho do estudo seja bem montado e seja avaliado efetivamente a retenção de conhecimento, com a aplicação de novas avaliações meses após a simulação do procedimento e não apenas ao término do treinamento (BRIM *et al.*,2010), como foi feito no presente estudo para os participantes de todos os grupos.

A resistência cultural à simulação pode ser explicada pela falta de conhecimento e padronização do método. Pode-se afirmar que existe certa independência no desenvolvimento da simulação médica observando-se as diversas experiências descritas na literatura. Muitas soluções surgiram a partir de necessidades específicas de cada área, com pouca ou nenhuma influência externa. As várias especialidades médicas como anestesiologia, cirurgia geral, trauma e emergência, quando confrontadas com as limitações descritas anteriormente, buscaram na simulação uma alternativa para seus problemas de como treinar alunos ou residentes de maneira segura e eficiente. A adoção da simulação em cada ramo ocorreu de maneira

independente, o que contribuiu para a confusão de termos e falta de uniformização que, até o presente, ainda retarda o desenvolvimento do método (ISSENBERG *et al.*, 2002; KNEEBONE, 2003; MOORTHY *et al.*, 2003; WONG, 2004).

Mesmo com todos estes questionamentos e limitações, vários fatores demonstrados nesta pesquisa e na de ZIV *et al.*, 2003 têm favorecido o desenvolvimento da simulação no ensino médico. Há possibilidade de treinamento repetido e continuado, que por si só promove mais segurança ao aluno e ao paciente, reduz erros médicos e complicações, principalmente em procedimentos menos comuns. A simulação também promove maior retenção de conhecimento, o que é de extrema importância na medicina de emergência, visto que não há como prever quando haverá uma circunstância real que irá depender de determinado raciocínio ou habilidade específica (ZIV *et al.*, 2003).

Na medicina de emergência, o manejo da via aérea é essencial e exige treinamento continuado. DE JONG *et al.*, 2013 mostrou que 6,2% das intubações eletivas são difíceis. A intubação difícil e com ventilação difícil ocorre em 1,5% dos procedimentos; com intubação impossível e ventilação difícil em 0,3% dos procedimentos e uma situação de “não se pode intubar, não se pode oxigenar” (CICO) em 0,07% dos procedimentos. Nas unidades de terapia intensiva, a taxa de intubação difícil é ainda maior, aproximadamente 11% e está associado a maiores índices de complicações (incluindo intubação esofágica, broncoaspiração, pneumonia por aspiração, pneumonite, pneumotórax). A recomendação no manejo de situações CICO é a realização de cricotireoidostomia (HENDERSON *et al.*, 2004; HUGHES, 2009). Este procedimento é de alto risco e a falha pode causar o óbito do paciente. Portanto, o treinamento em via aérea cirúrgica é indispensável e tem prioridade alta em todos os serviços que recebem pacientes vítimas de trauma ou aqueles com probabilidade de receber pacientes com via aérea difícil. Por este motivo, foi o procedimento de escolha para esta pesquisa.

Diante da raridade e importância da cricotireoidostomia, a simulação é um método valioso para aprendizado, retenção de conhecimento e habilidade, pois poderá ser repetido até que haja segurança do aluno, o que não seria possível em situações reais. Este estudo e uma metanálise de 2014 demonstraram que programas de treinamento no manejo avançado de vias aéreas baseados em simulação provaram ser mais eficazes que aulas expositivas ou aulas em vídeo (KENNEDY *et al.*, 2014).

Apesar de já existirem muitas evidências sobre simulação, estas costumam analisar apenas uma variável ou focar no aprendizado de médicos experientes. Ainda faltam pesquisas que comparem diferentes métodos de ensino e graus de fidelidade dos simuladores, não só no aprendizado, mas principalmente na retenção de conhecimento. Também não há evidências em

relação ao custo-benefício no aprendizado, a eficácia de modelos de baixo custo e a adequação do método utilizado versus público alvo. Este estudo comparou a efetividade da aula expositiva e do treinamento utilizando-se modelo de baixa fidelidade ou de manequim de alta fidelidade para ensinar alunos de medicina da UFPR a realizar cricotireoidostomia cirúrgica. Dessa forma, foram abrangidos défices na literatura como eficácia dos modelos de baixo custo e análise sobre aquisição e retenção de conhecimento em indivíduos inexperientes.

Em conformidade com a literatura, a aula expositiva apresentou menor retenção do aprendizado. Por outro lado, houve melhor retenção de conhecimento quando a intervenção foi a simulação, de ambas fidelidades. Tanto na literatura revisada quanto neste estudo, reforça-se a necessidade da quebra de paradigmas frente ao método tradicional de ensino para aquisição de conhecimento, habilidades motoras e comportamentais (AMERICAN COLLEGE of SURGEONS, 2012; MOTTA & BARACAT, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2007).

Ao se analisar retenção de conhecimento, mas mudando-se o público alvo para alunos experientes, HUBERT *et al.*, 2014 estudou em uma população de 27 residentes do terceiro ano em anestesiologia se uma única sessão de treinamento baseado em simulação de 2 dias poderia melhorar a padronização do algoritmo de gerenciamento de via aérea difícil e a habilidade de realizar cricotireoidostomia. Foi realizado um pré-teste, na sequência foram submetidos a um treinamento simulado seguido de pós-teste. Depois estes residentes foram avaliados aleatoriamente em 3, 6 ou 12 meses após a sessão de treinamento em simulação. O cenário foi construído para que o aluno fosse obrigado a realizar uma cricotireoidostomia. Após o treinamento, todos os 27 residentes cumpriram as diretrizes de gerenciamento das vias aéreas em comparação com 17 (63%) no pré-teste ( $P < 0,005$ ). Não houve diferenças significativas entre os níveis de desempenho alcançados nos pós-testes de 3, 6 ou 12 meses ( $P < 0,0001$ ). Concluiu que houve uma evolução no conhecimento e habilidades dos residentes em anestesiologia sobre algoritmos de gerenciamento de vias aéreas difíceis (cricotireoidostomia) e houve retenção de conhecimento por pelo menos 1 ano.

O presente trabalho e o de HUBERT *et al.*, 2014 indicam a simulação como método eficaz no aprendizado e na retenção de conhecimento, tanto para alunos inexperientes, quanto alunos experientes (HUBERT *et al.*, 2014). A retenção do conhecimento à longo prazo é especialmente importante nas situações de emergência, pois a tomada de decisão deve ser rápida e assertiva para garantir bom prognóstico ao paciente.

O grande impedimento da implementação massiva de métodos de simulação no ensino médico ainda é o custo. A simulação é um bom método para a aprendizagem, porém o custo para adquirir simuladores de alta fidelidade e manutenção dos centros de simulação realística



deixam a simulação, até o presente momento, inviável do ponto de vista financeiro na graduação médica. Por isso, vem-se buscando ao longo dos anos, alternativas para viabilizar o emprego da simulação através de simuladores de baixa fidelidade. Estes têm se mostrado eficazes em reduzir o custo sem que haja prejuízo do aprendizado (NEVES; PAZIN-Filho, 2018; NIMBALKAR *et al.*, 2015).

MASSOTH *et al.*, 2019 randomizou cento e trinta e cinco alunos de medicina do quarto ano para treinamento simulado de ACLS. Estes grupos foram divididos em alta ou baixa fidelidade. Foi realizada avaliação do conhecimento através de pré e pós-teste. Demonstrou que os participantes de ambos os grupos apresentaram um aumento significativo no conhecimento teórico no pós-teste em comparação ao pré-teste, porém sem diferenças significativas entre os grupos. O desempenho foi comparável entre os grupos, mas o grupo de baixa fidelidade obteve resultados significativamente melhores em vários itens. A autora concluiu que o uso da simulação de alta fidelidade levou a um desempenho igual ou pior na aquisição de conhecimento em comparação à simulação de baixa fidelidade, além de induzir efeitos indesejáveis, como o excesso de confiança. Portanto, segundo MASSOTH *et al.*, 2019, a alta fidelidade não foi benéfica quando comparada com a baixa fidelidade e demonstrou ser um método de aprendizado com resultados contrários ao esperado.

Nesta pesquisa, assim como na de MASSOTH *et al.*, 2019, o grupo exposto ao modelo de baixa fidelidade apresentou a média de pontuação maior do que a média do grupo exposto ao modelo de alta fidelidade no P1 ( $p < 0,05$ ), e igual aos outros grupos em P2 ( $p > 0,05$ ). Ou seja, tanto no ensino de habilidades integrativas (MASSOTH *et al.*, 2019), quanto no de tarefas direcionadas observadas nesse estudo, a simulação de baixa fidelidade não foi inferior à de alta fidelidade.

A educação baseada em simulação de alta fidelidade é um método ativo de ensino muito valorizado, mas é caro e consome muitos recursos. O estudo de MASSOTH *et al.*, 2019 apoia a tese de que na graduação médica não há nenhuma vantagem na aprendizagem somente porque foi utilizado um maior grau de realismo do simulador. As expectativas dos alunos em relação à experiência e aos resultados de aprendizagem foram maiores no ambiente de simulação de alta fidelidade do que no ambiente de baixa fidelidade. É provável que haja um viés cognitivo em direção favorável à dispositivos de aprendizado altamente realistas. A participação na simulação de alta fidelidade levou a autoavaliações equivocadas em termos de habilidades reais e, conseqüentemente superestimaram a autoconfiança. Pesquisas futuras para abordar este tema são necessárias, pois o custo é um problema e permanece discutível se na graduação médica estes custos e despesas adicionais com simuladores de alta fidelidade são justificados. Além

disso, tem que se levar em conta a presença dos efeitos indesejáveis como autoconfiança excessiva que contribui para tomada de decisão rápida e nem sempre correta, consequentemente aumenta-se o risco de piorar o prognóstico do paciente.

Não é possível descartar a hipótese de que tais resultados ocorreram pela distração com o excesso de estímulos do manequim de alta fidelidade. Estes estímulos são irrelevantes no aprendizado de alunos pouco experientes e tiram a atenção dos objetivos principais a serem fixados (BAPTISTA *et al.*, 2014; FERREIRA *et al.*, 2018). Os altos níveis de estresse e ansiedade dos alunos assemelha-se à situação real, por isso, o uso de modelos de baixa fidelidade com objetivos mais específicos sejam mais eficazes para alunos menos experientes (TJOMSLAND & Baskett, 2002).

Em estudos baseados no curso ACLS® da AHA, também é observado divergência nos resultados. HOADLEY, 2009 e LO *et al.*, 2011 concluíram nas suas pesquisas não haver benefício com a simulação de alta fidelidade, enquanto WAYNE *et al.*, 2008 e RODGERS *et al.*, 2009 divulgaram melhora significativa no aprendizado com a simulação de alta fidelidade. Estes autores explicam que provavelmente houve esta disparidade de resultados porque a relação entre fidelidade e aprendizagem depende da experiência prévia do aluno (ALESSI, 1998). Segundo a teoria da carga cognitiva, a memória de trabalho é limitada em relação à quantidade de informação que se pode reter versus o número de operações que se pode executar (GERVEN *et al.*, 2003 e SWELLER, 1988). No momento em que o aluno está envolvido na aprendizagem de uma nova tarefa, sua memória de trabalho está ocupada com o processamento de informações relevantes. Este incremento de informações faz com que haja sobrecarga do sistema de processamento cognitivo, consequentemente recursos de atenção são escassos naquele momento e isso pode levar à aprendizagem incompleta, ineficiente ou deficiente.

Isto é particularmente relevante quando o público alvo é formado por alunos sem experiência e que possuem menos recursos de atenção para dedicar ao aprendizado de qualquer tarefa específica (SWELLER, 1988). Este trabalho está alinhado à teoria de ALESSI, 1998 que sugere a simulação de baixa fidelidade como possivelmente mais adequada para esses alunos, enquanto que a simulação de alta fidelidade seria mais apropriada para alunos mais experientes.

Desta forma, existe a possibilidade de que para alunos inexperientes o aprendizado não seja comprometido com a utilização de manequins de baixa fidelidade ou ainda, pode até ser benéfico. Esta informação é importante do ponto de vista financeiro para programas de educação em saúde pública que acabam muitas vezes não acontecendo ou sendo limitados pela falta de recursos financeiros.

## **6. CONCLUSÃO**

Os alunos submetidos à aula expositiva e à simulação de baixa fidelidade tiveram melhor aquisição de conhecimento em relação ao grupo de alta fidelidade.

O grupo de alunos submetidos à aula expositiva apresentou menor retenção de conhecimento que os demais grupos em 4 meses.

A simulação de baixa fidelidade foi mais eficaz no aprendizado e na retenção de conhecimento quando comparada à aula expositiva e ao simulador de alta fidelidade.

O treinamento de cricotireoidostomia TRQT para alunos inexperientes parece ser viável utilizando-se simulador de baixa fidelidade.

## REFERÊNCIAS

- AHLBERG, G.; ENOCHSSON, L.; GALLAGHER, A. G.; et al. Proficiency-based virtual reality training significantly reduces the error rate for residents during their first 10 laparoscopic cholecystectomies. **The American Journal of Surgery**, v. 193, n. 6, p. 797–804, 2007. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0002961007000712>>.
- ALESSI, S. M. Fidelity In The Design Of Instructional Simulations. **Journal of Computer-Based Instruction**, v. 15, n. 2, p. 40–47, 1998.
- AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS. Summary for Policymakers. In: Intergovernmental Panel on Climate Change (Org.); **Climate Change 2013 - The Physical Science Basis**. p.1–30, 2012. Cambridge: Cambridge University Press.
- ANASTAKIS, D. J.; REGEHR, G.; REZNICK, R. K.; et al. Assessment of technical skills transfer from the bench training model to the human model. **The American Journal of Surgery**, v. 177, n. 2, p. 167–170, 1999.
- ANDREATTA, P.; SAXTON, E.; THOMPSON, M.; ANNICH, G. Simulation-based mock codes significantly correlate with improved pediatric patient cardiopulmonary arrest survival rates\*. **Pediatric Critical Care Medicine**, v. 12, n. 1, p. 33–38, 2011. Disponível em: <<https://insights.ovid.com/crossref?an=00130478-201101000-00007>>.
- ASLANI, A.; NG, S.-C.; HURLEY, M.; et al. Accuracy of Identification of the Cricothyroid Membrane in Female Subjects Using Palpation. **Anesthesia & Analgesia**, v. 114, n. 5, p. 987–992, 2012. Disponível em: <<https://insights.ovid.com/crossref?an=00000539-201205000-00013>>.
- BAIR, A. E.; CHIMA, R. The Inaccuracy of Using Landmark Techniques for Cricothyroid Membrane Identification: A Comparison of Three Techniques. (R. F. Reardon, Org.) **Academic Emergency Medicine**, v. 22, n. 8, p. 908–914, 2015.
- BAIR, A. E.; PANACEK, E. A.; WISNER, D. H.; BALES, R.; SAKLES, J. C. Cricothyrotomy: a 5-year experience at one institution. **The Journal of Emergency Medicine**, v. 24, n. 2, p. 151–156, 2003.
- BANN, S.; DARZI, A.; MUNZ, Y.; KUMAR, B. D.; MOORTHY, K. Laparoscopic virtual reality and box trainers: is one superior to the other? **Surgical Endoscopy**, v. 18, n. 3, p. 485–494, 2004.
- BAPTISTA, R. C. N.; MARTINS, J. C. A.; PEREIRA, M. F. C. R.; MAZZO, A. Simulação de Alta-Fidelidade no Curso de Enfermagem: ganhos percebidos pelos estudantes. **Revista de Enfermagem Referência**, v. 48, n. 3, p. 233–240, 2014.
- BEAUBIEN, J. M. The use of simulation for training teamwork skills in health care: how low can you go? **Quality and Safety in Health Care**, v. 13, n. suppl\_1, p. i51–i56, 2004.
- BEYDON, L.; DUREUIL, B.; NATHAN, N.; PIRIOU, V.; STEIB, A. High fidelity simulation in Anesthesia and Intensive Care: Context and opinion of performing centres - A survey by the French College of Anesthesiologists and Intensivists. **Annales Francaises d'Anesthesie et de Reanimation**, 2010.

BOET, S.; BOULD, M. D.; FUNG, L.; et al. Transfer of learning and patient outcome in simulated crisis resource management: a systematic review. **Canadian Journal of Anesthesia/Journal canadien d'anesthésie**, v. 61, n. 6, p. 571–582, 2014. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s12630-014-0143-8>>.

BOET, S.; NAIK, V. N.; DIEMUNSCH, P. A. Virtual simulation training for fiberoptic intubation. **Canadian Journal of Anesthesia/Journal canadien d'anesthésie**, v. 56, n. 1, p. 87–88, 2009. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s12630-008-9012-7>>.

BOTEZATU, M.; HULT, H.; TESSMA, M. K.; FORS, U. Virtual patient simulation: Knowledge gain or knowledge loss? **Medical Teacher**, v. 32, n. 7, p. 562–568, 2010. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/01421590903514630>>.

BRADLEY, P. The history of simulation in medical education and possible future directions. **Medical Education**, v. 40, n. 3, p. 254–262, 2006. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2929.2006.02394.x>>.

BRAUDE, D.; WEBB, H.; STAFFORD, J.; et al. The Bougie-Aided Cricothyrotomy. **Air Medical Journal**, v. 28, n. 4, p. 191–194, 2009. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1067991X09000376>>.

BRIM, N. M.; VENKATAN, S. K.; GORDON, J. A.; ALEXANDER, E. K. Long-Term Educational Impact of a Simulator Curriculum on Medical Student Education in an Internal Medicine Clerkship. **Simulation in Healthcare: The Journal of the Society for Simulation in Healthcare**, v. 5, n. 2, p. 75–81, 2010. Disponível em: <<http://insights.ovid.com/crossref?an=01266021-201004000-00002>>.

BROFELDT, B. T.; PANACEK, E. A.; RICHARDS, J. R. An Easy Cricothyrotomy Approach: The Rapid Four-step Technique. **Academic Emergency Medicine**, v. 3, n. 11, p. 1060–1063, 1996. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1553-2712.1996.tb03355.x>>.

BRYDGES, R.; HATALA, R.; ZENDEJAS, B.; ERWIN, P. J.; COOK, D. A. Linking Simulation-Based Educational Assessments and Patient-Related Outcomes. **Academic Medicine**, v. 90, n. 2, p. 246–256, 2015. Disponível em: <<https://insights.ovid.com/crossref?an=00001888-201502000-00032>>.

BUCKLEY, C. E.; KAVANAGH, D. O.; TRAYNOR, O.; NEARY, P. C. Is the skillset obtained in surgical simulation transferable to the operating theatre? **The American Journal of Surgery**, v. 207, n. 1, p. 146–157, 2014. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0002961013005680>>.

BUYSKE, J. The Role of Simulation in Certification. **Surgical Clinics of North America**, v. 90, n. 3, p. 619–621, 2010.

CANNON-BOWERS, J. A. Recent advances in scenario-based training for medical education. **Current Opinion in Anaesthesiology**, v. 21, n. 6, p. 784–789, 2008.

CANTILLON, P.; IRISH, B.; SALES, D. Using computers for assessment in medicine. **BMJ**, v. 329, n. 7466, p. 606–609, 2004. Disponível em: <<http://www.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bmj.329.7466.606>>.

- CARVALHO, R. E. F. L. DE; ARRUDA, L. P.; NASCIMENTO, N. K. P. DO; et al. Assessment of the culture of safety in public hospitals in Brazil. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 25, 2017. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-11692017000100310&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-11692017000100310&lng=en&tlng=en)>.
- CHANG, R. S.; HAMILTON, R. J.; CARTER, W. A. Declining Rate of Cricothyrotomy in Trauma Patients with an Emergency Medicine Residency: Implications for Skills Training. **Academic Emergency Medicine**, v. 5, n. 3, p. 247–251, 1998.
- CHO, J.; KANG, G. H.; KIM, E. C.; et al. Comparison of manikin versus porcine models in cricothyrotomy procedure training. **Emergency Medicine Journal**, v. 25, n. 11, p. 732–734, 2008. Disponível em: <<http://emj.bmj.com/cgi/doi/10.1136/emj.2008.059014>>.
- COOK, D. A.; BRYDGES, R.; HAMSTRA, S. J.; et al. Comparative Effectiveness of Technology-Enhanced Simulation Versus Other Instructional Methods. **Simulation in Healthcare: The Journal of the Society for Simulation in Healthcare**, v. 7, n. 5, p. 308–320, 2012. Disponível em: <<https://insights.ovid.com/crossref?an=01266021-201210000-00006>>.
- COOK, D. A.; HATALA, R.; BRYDGES, R.; et al. Technology-Enhanced Simulation for Health Professions Education. **JAMA**, v. 306, n. 9, 2011. Disponível em: <<http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/jama.2011.1234>>.
- COOPER, J. B.; TAQUETI, V. R. A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training. **Postgraduate Medical Journal**, v. 84, n. 997, p. 563–570, 2008. Disponível em: <<http://qualitysafety.bmj.com/lookup/doi/10.1136/qshc.2004.009886>>.
- COOPER, JEFFREY B.; TAQUETI, V. R. A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training. **Postgraduate Medical Journal**, v. 84, n. 997, p. 563–570, 2008. Disponível em: <<http://qualitysafety.bmj.com/lookup/doi/10.1136/qshc.2004.009886>>.
- COSTA, R. R. DE O.; MEDEIROS, S. M. DE; MARTINS, J. C. A.; COSSI, M. S.; ARAÚJO, M. S. DE. Percepção de estudantes da graduação em enfermagem sobre a simulação realística. **Revista CUIDARTE**, v. 8, n. 3, p. 1799, 2017.
- DAWE, S. R.; WINDSOR, J. A.; BROEDERS, J. A. J. L.; et al. A Systematic Review of Surgical Skills Transfer After Simulation-Based Training. **Annals of Surgery**, v. 259, n. 2, p. 236–248, 2014. Disponível em: <<https://insights.ovid.com/crossref?an=00000658-201402000-00008>>.
- DEVITA, M. A. Improving medical emergency team (MET) performance using a novel curriculum and a computerized human patient simulator. **Quality and Safety in Health Care**, v. 14, n. 5, p. 326–331, 2005. Disponível em: <<http://qualitysafety.bmj.com/lookup/doi/10.1136/qshc.2004.011148>>.
- DILLON, G. F. Simulations in the United States Medical Licensing Examination™ (USMLE™). **Quality and Safety in Health Care**, v. 13, n. suppl\_1, p. i41–i45, 2004.
- DUGGAN, L. V.; BALLANTYNE SCOTT, B.; LAW, J. A.; et al. Transtracheal jet ventilation



in the ‘can’t intubate can’t oxygenate’ emergency: a systematic review. **British Journal of Anaesthesia**, v. 117, p. i28–i38, 2016. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0007091217337662>>.

ELLIOTT, D. S. J.; BAKER, P. A.; SCOTT, M. R.; BIRCH, C. W.; THOMPSON, J. M. D. ORIGINAL ARTICLE: Accuracy of surface landmark identification for cannula cricothyroidotomy. **Anaesthesia**, v. 65, n. 9, p. 889–894, 2010. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2044.2010.06425.x>>.

ERLANDSON, M. J.; CLINTON, J. E.; RUIZ, E.; COHEN, J. Cricothyrotomy in the emergency department revisited. **The Journal of Emergency Medicine**, v. 7, n. 2, p. 115–118, 1989.

FERREIRA, R. P. N.; GUEDES, H. M.; OLIVEIRA, D. W. D.; MIRANDA, J. L. DE. Simulação realística como método de ensino no aprendizado de estudantes da área da saúde. **Revista de Enfermagem do Centro-Oeste Mineiro**, v. 8, 2018. Disponível em: <<http://seer.ufsj.edu.br/index.php/recom/article/view/2508>>.

FORTUNE, J. B.; JUDKINS, D. G.; SCANZAROLI, D.; MCLEOD, K. B.; JOHNSON, S. B. Efficacy of Prehospital Surgical Cricothyrotomy in Trauma Patients. **The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care**, v. 42, n. 5, p. 832–838, 1997.

FRASER, K.; WRIGHT, B.; GIRARD, L.; et al. Simulation Training Improves Diagnostic Performance on a Real Patient With Similar Clinical Findings. **Chest**, v. 139, n. 2, p. 376–381, 2011. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0012369211600780>>.

FRIEDMAN, Z.; YOU-TEN, K. E.; BOULD, M. D.; NAIK, V. Teaching Lifesaving Procedures: The Impact of Model Fidelity on Acquisition and Transfer of Cricothyrotomy Skills to Performance on Cadavers. **Anesthesia & Analgesia**, v. 107, n. 5, p. 1663–1669, 2008. Disponível em: <<https://insights.ovid.com/crossref?an=00000539-200811000-00034>>.

GABA, D. M.; DEANDA, A. A Comprehensive Anesthesia Simulation Environment. **Anesthesiology**, v. 69, n. 3, p. 387–394, 1988. Disponível em: <<https://insights.ovid.com/crossref?an=00000542-198809000-00017>>.

GABA, D. M.; HOWARD, S. K.; FLANAGAN, B.; et al. Assessment of Clinical Performance during Simulated Crises Using Both Technical and Behavioral Ratings. **Anesthesiology**, v. 89, n. 1, p. 8–18, 1998. Disponível em: <<https://insights.ovid.com/crossref?an=00000542-199807000-00005>>.

GERVEN, P. W. M.; PAAS, F.; MERRIËNBOER, J. J. G.; HENDRIKS, M.; SCHMIDT, H. G. The efficiency of multimedia learning into old age. **British Journal of Educational Psychology**, v. 73, n. 4, p. 489–505, 2003.

GLASSMAN, D.; YIASEMIDOU, M.; ISHII, H.; et al. Effect of Playing Video Games on Laparoscopic Skills Performance: A Systematic Review. **Journal of Endourology**, v. 30, n. 2, p. 146–152, 2016. Disponível em: <<http://www.liebertpub.com/doi/10.1089/end.2015.0425>>.

GRANTCHAROV, T. P.; KRISTIANSEN, V. B.; BENDIX, J.; et al. Randomized clinical trial of virtual reality simulation for laparoscopic skills training. **British Journal of Surgery**, v. 91,

n. 2, p. 146–150, 2004. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/bjs.4407>>.

GRENVIK, A.; SCHAEFER, J. From Resusci-Anne to Sim-Man: The evolution of simulators in medicine. **Critical Care Medicine**, v. 32, n. Supplement, p. S56–S57, 2004. Disponível em: <<https://insights.ovid.com/crossref?an=00003246-200402001-00010>>.

HAINES, T.; ISLES, R.; JONES, A. Economic consequences in clinical education. **Focus on Health Professional Education: A Multi-disciplinary Journal**, 2011.

HAMSTRA, S. J.; BRYDGES, R.; HATALA, R.; ZENDEJAS, B.; COOK, D. A. Reconsidering Fidelity in Simulation-Based Training. **Academic Medicine**, v. 89, n. 3, p. 387–392, 2014. Disponível em: <<https://insights.ovid.com/crossref?an=00001888-201403000-00011>>.

HELM, M.; GRIES, A.; MUTZBAUER, T. Surgical approach in difficult airway management. **Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology**, v. 19, n. 4, p. 623–640, 2005. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1521689605000492>>.

HENDERSON, J. J.; POPAT, M. T.; LATTO, I. P.; PEARCE, A. C. Difficult Airway Society guidelines for management of the unanticipated difficult intubation. **Anaesthesia**, v. 59, n. 7, p. 675–694, 2004. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2044.2004.03831.x>>.

HILL, C.; REARDON, R.; JOING, S.; FALVEY, D.; MINER, J. Cricothyrotomy Technique Using Gum Elastic Bougie Is Faster Than Standard Technique: A Study of Emergency Medicine Residents and Medical Students in an Animal Lab. **Academic Emergency Medicine**, v. 17, n. 6, p. 666–669, 2010. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1553-2712.2010.00753.x>>.

HILLER, K. N.; KARNI, R. J.; CAI, C.; HOLCOMB, J. B.; HAGBERG, C. A. Comparing success rates of anesthesia providers versus trauma surgeons in their use of palpation to identify the cricothyroid membrane in female subjects: a prospective observational study. **Canadian Journal of Anesthesia/Journal canadien d'anesthésie**, v. 63, n. 7, p. 807–817, 2016. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s12630-016-0647-5>>.

HOADLEY, T. A. Comparing the effects of low and high fidelity simulation on learning in advanced cardiac life support classes. **Dissertation Abstracts International: Section B: The Sciences and Engineering**, 2009.

HUBERT, V.; DUWAT, A.; DERANSY, R.; MAHJOUB, Y.; DUPONT, H. Effect of Simulation Training on Compliance with Difficult Airway Management Algorithms, Technical Ability, and Skills Retention for Emergency Cricothyrotomy. **Anesthesiology**, v. 120, n. 4, p. 999–1008, 2014. Disponível em: <<http://insights.ovid.com/crossref?an=00000542-201404000-00037>>.

HUGHES, G. Manual of emergency airway management. **Emergency Medicine Journal**, v. 26, n. 12, p. 919–919, 2009. Disponível em: <<http://emj.bmj.com/cgi/doi/10.1136/emj.2009.072637>>.

ISSENBERG, S. B.; MCGAGHIE, W. C.; GORDON, D. L.; et al. Effectiveness of a Cardiology Review Course for Internal Medicine Residents Using Simulation Technology and

Deliberate Practice. **Teaching and Learning in Medicine**, v. 14, n. 4, p. 223–228, 2002.

DE JONG, A.; MOLINARI, N.; TERZI, N.; et al. Early identification of patients at risk for difficult intubation in the intensive care unit: Development and validation of the MACOCHA score in a multicenter cohort study. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, 2013.

KENNEDY, C. C.; CANNON, E. K.; WARNER, D. O.; COOK, D. A. Advanced Airway Management Simulation Training in Medical Education. **Critical Care Medicine**, v. 42, n. 1, p. 169–178, 2014. Disponível em: <<https://insights.ovid.com/crossref?an=00003246-201401000-00020>>.

KENNEDY, C. C.; MALDONADO, F.; COOK, D. A. Simulation-Based Bronchoscopy Training. **Chest**, v. 144, n. 1, p. 183–192, 2013. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0012369213604663>>.

KHAN, K.; PATTISON, T.; SHERWOOD, M. Simulation in medical education. **Medical Teacher**, v. 33, n. 1, p. 1–3, 2011. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/0142159X.2010.519412>>.

KNEEBONE, R. Simulation in surgical training: educational issues and practical implications. **Medical Education**, v. 37, n. 3, p. 267–277, 2003. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1046/j.1365-2923.2003.01440.x>>.

KOVACS, G.; SOWERS, N. Airway Management in Trauma. **Emergency Medicine Clinics of North America**, v. 36, n. 1, p. 61–84, 2018. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0733862717300755>>.

LEDINGHAM, I. M. Twelve tips for setting up a clinical skills training facility. **Medical Teacher**, v. 20, n. 6, p. 503–507, 1998.

LO, B. M.; DEVINE, A. S.; EVANS, D. P.; et al. Comparison of traditional versus high-fidelity simulation in the retention of ACLS knowledge. **Resuscitation**, v. 82, n. 11, p. 1440–1443, 2011.

MARAN, N. J.; GLAVIN, R. J. Low- to high-fidelity simulation - a continuum of medical education? **Medical Education**, v. 37, n. s1, p. 22–28, 2003. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1046/j.1365-2923.37.s1.9.x>>.

MASSOTH, C.; RÖDER, H.; OHLENBURG, H.; et al. High-fidelity is not superior to low-fidelity simulation but leads to overconfidence in medical students. **BMC Medical Education**, v. 19, n. 1, p. 29, 2019. Disponível em: <<https://bmcmmededuc.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12909-019-1464-7>>.

MIZUBUTI, G. B.; ALLARD, R. V.; HO, A. M. - H.; et al. Retenção do conhecimento após treinamento de ultrassonografia cardíaca focada: estudo- piloto prospectivo de coorte. **Brazilian Journal of Anesthesiology**, v. 69, n. 2, p. 177–183, 2019. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S003470941830062X>>.

MOGLIA, A.; FERRARI, V.; MORELLI, L.; et al. A Systematic Review of Virtual Reality

Simulators for Robot-assisted Surgery. **European Urology**, v. 69, n. 6, p. 1065–1080, 2016. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030228381500929X>>.

MONGOMERY, D. C. **Montgomery: Design and Analysis of Experiments**. 2017.

MOORTHY, K.; MUNZ, Y.; SARKER, S. K.; DARZI, A. Objective assessment of technical skills in surgery. **British Medical Journal**, v. 327, n. 7422, p. 1032–1037, 2003.

MORETTI, M. A.; CESAR, L. A. M.; NUSBACHER, A.; et al. Advanced cardiac life support training improves long-term survival from in-hospital cardiac arrest. **Resuscitation**, v. 72, n. 3, p. 458–465, 2007. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300957206003868>>.

MOTTA, E. V. DA; BARACAT, E. C. Treinamento de habilidades cirúrgicas para estudantes de medicina – papel da simulação. **Revista de Medicina**, v. 97, n. 1, p. 18, 2018.

NEVES, F. F.; PAZIN-FILHO, A. Construindo cenários de simulação: pérolas e armadilhas. **Scientia Medica**, v. 28, n. 1, p. 28579, 2018.

NIMBALKAR, A.; PATEL, D.; KUNGWANI, A.; et al. Randomized control trial of high fidelity vs low fidelity simulation for training undergraduate students in neonatal resuscitation. **BMC Research Notes**, v. 8, n. 1, p. 636, 2015.

NORMAN, G.; DORE, K.; GRIERSON, L. The minimal relationship between simulation fidelity and transfer of learning. **Medical Education**, v. 46, n. 7, p. 636–647, 2012.

O’LEARY, J. A.; NASH, R.; LEWIS, P. A. High fidelity patient simulation as an educational tool in paediatric intensive care: A systematic review. **Nurse Education Today**, v. 35, n. 10, p. e8–e12, 2015. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0260691715002956>>.

OLIVEIRA, E. F. B. DE; AZEVEDO, J. L. M. C.; AZEVEDO, O. C. DE. Eficácia de um simulador multimídia no ensino de técnicas básicas de videocirurgia para alunos do curso de graduação em medicina. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, v. 34, n. 4, p. 251–256, 2007.

PAZIN FILHO, A.; SCARPELINI, S. SIMULAÇÃO: DEFINIÇÃO. **Medicina (Ribeirao Preto. Online)**, v. 40, n. 2, p. 162, 2007.

PECKLER, B.; SCHOKEN, D.; GUPTA, A. Introduction of hi-fidelity simulation techniques as an ideal teaching tool for upcoming emergency medicine and trauma residency programs in India. **Journal of Emergencies, Trauma and Shock**, v. 1, n. 1, p. 15, 2008. Disponível em: <<http://www.onlinejets.org/text.asp?2008/1/1/15/41787>>.

PHIPPS, M. G.; LINDQUIST, D. G.; MCCONAUGHEY, E.; et al. Outcomes from a labor and delivery team training program with simulation component. **American journal of obstetrics and gynecology**, v. 206, n. 1, p. 3–9, 2012. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21840493>>.

QUICK, J. A.; MACINTYRE, A. D.; BARNES, S. L. Emergent Surgical Airway: Comparison

of the Three-Step Method and Conventional Cricothyroidotomy Utilizing High-Fidelity Simulation. **The Journal of Emergency Medicine**, v. 46, n. 2, p. 304–307, 2014. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0736467913010561>>.

RILEY, W.; DAVIS, S.; MILLER, K.; et al. Didactic and Simulation Nontechnical Skills Team Training to Improve Perinatal Patient Outcomes in a Community Hospital. **The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety**, v. 37, n. 8, p. 357–364, 2011. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1553725011370468>>.

RODGERS, D. L.; SECURRO, S.; PAULEY, R. D. The Effect of High-Fidelity Simulation on Educational Outcomes in an Advanced Cardiovascular Life Support Course. **Simulation in Healthcare: The Journal of the Society for Simulation in Healthcare**, v. 4, n. 4, p. 200–206, 2009.

ROGERS, P. L. Simulation in medical students' critical thinking. **Critical Care Medicine**, v. 32, n. Supplement, p. S70–S71, 2004. Disponível em: <<https://insights.ovid.com/crossref?an=00003246-200402001-00014>>.

ROSS, B. K.; METZNER, J. Simulation for Maintenance of Certification. **Surgical Clinics of North America**, v. 95, n. 4, p. 893–905, 2015.

RUDOLPH, J. W.; SIMON, R.; RAEMER, D. B.; EPPICH, W. J. Debriefing as Formative Assessment: Closing Performance Gaps in Medical Education. **Academic Emergency Medicine**, v. 15, n. 11, p. 1010–1016, 2008.

SALVINO, C. K.; DRIES, D.; GAMELLI, R.; MURPHY-MACABOBBY, M.; MARSHALL, W. EMERGENCY CRICOTHYROIDOTOMY IN TRAUMA VICTIMS. **The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care**, v. 34, n. 4, p. 503–505, 1993. Disponível em: <<https://insights.ovid.com/crossref?an=00005373-199304000-00006>>.

SAVRAN, M. M.; SØRENSEN, S. M. D.; KONGE, L.; TOLSGAARD, M. G.; BJERRUM, F. Training and Assessment of Hysteroscopic Skills: A Systematic Review. **Journal of Surgical Education**, v. 73, n. 5, p. 906–918, 2016. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1931720416300198>>.

SCERBO, M. W.; DAWSON, S. High Fidelity, High Performance? **Simulation In Healthcare: The Journal of the Society for Simulation in Healthcare**, v. 2, n. 4, p. 224–230, 2007. Disponível em: <<https://insights.ovid.com/crossref?an=01266021-200700240-00003>>.

SCHAUMANN, N.; LORENZ, V.; SCHELLONGOWSKI, P.; et al. Evaluation of Seldinger Technique Emergency Cricothyroidotomy versus Standard Surgical Cricothyroidotomy in 200 Cadavers. **Anesthesiology**, v. 102, n. 1, p. 7–11, 2005. Disponível em: <<https://insights.ovid.com/crossref?an=00000542-200501000-00005>>.

SCRASE, I.; WOOLLARD, M. Needle vs surgical cricothyroidotomy: a short cut to effective ventilation. **Anaesthesia**, v. 61, n. 10, p. 962–974, 2006. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2044.2006.04755.x>>.

SEE, K. W. M.; CHUI, K. H.; CHAN, W. H.; WONG, K. C.; CHAN, Y. C. Evidence for Endovascular Simulation Training: A Systematic Review. **European Journal of Vascular and**



**Endovascular Surgery**, v. 51, n. 3, p. 441–451, 2016. Disponível em:  
<<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1078588415007601>>.

SEYMOUR, N. E.; GALLAGHER, A. G.; ROMAN, S. A.; et al. Virtual Reality Training Improves Operating Room Performance. **Annals of Surgery**, v. 236, n. 4, p. 458–464, 2002. Disponível em: <<https://insights.ovid.com/crossref?an=00000658-200210000-00008>>.

SIDHU, R. S.; PARK, J.; BRYDGES, R.; MACRAE, H. M.; DUBROWSKI, A. Laboratory-based vascular anastomosis training: A randomized controlled trial evaluating the effects of bench model fidelity and level of training on skill acquisition. **Journal of Vascular Surgery**, v. 45, n. 2, p. 343–349, 2007.

SINGH, S.; SEDLACK, R. E.; COOK, D. A. Effects of Simulation-Based Training in Gastrointestinal Endoscopy: A Systematic Review and Meta-analysis. **Clinical Gastroenterology and Hepatology**, v. 12, n. 10, p. 1611–1623.e4, 2014. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1542356514001827>>.

SINZ, E. 2006 Simulation Summit. **Simulation In Healthcare: The Journal of the Society for Simulation in Healthcare**, v. 2, n. 1, p. 33–38, 2007. Disponível em: <<https://insights.ovid.com/crossref?an=01266021-200700210-00007>>.

STEFANIDIS, D.; ACKER, C. E.; GREENE, F. L. Performance Goals on Simulators Boost Resident Motivation and Skills Laboratory Attendance. **Journal of Surgical Education**, v. 67, n. 2, p. 66–70, 2010. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1931720410000255>>.

SWELLER, J. Cognitive load during problem solving: Effects on learning. **Cognitive Science**, v. 12, n. 2, p. 257–285, 1988.

TAKAYESU, J. K.; PEAK, D.; STEARNS, D. Cadaver-based training is superior to simulation training for cricothyrotomy and tube thoracostomy. **Internal and Emergency Medicine**, v. 12, n. 1, p. 99–102, 2017.

TEMPERLY, K. S.; YAEGASHI, C. H.; SILVA, A. M. DE L. DA; NOVAK, E. M. Desenvolvimento e validação de um simulador de traqueostomia de baixo custo. **Scientia Medica**, v. 28, n. 1, p. 28845, 2018.

TJOMSLAND, N.; BASKETT, P. Åsmund S. Lærdal. **Resuscitation**, v. 53, n. 2, p. 115–119, 2002.

TORRICELLI, F. C. M.; GUGLIELMETTI, G.; DUARTE, R. J.; SROUGI, M. Laparoscopic skill laboratory in urological surgery: tools and methods for resident training. **International braz j urol**, v. 37, n. 1, p. 108–112, 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1677-55382011000100014&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-55382011000100014&lng=en&tlng=en)>.

VANDERBILT, A. A.; GROVER, A. C.; PASTIS, N. J.; et al. Randomized Controlled Trials: A Systematic Review of Laparoscopic Surgery and Simulation-Based Training. **Global Journal of Health Science**, v. 7, n. 2, 2014. Disponível em: <<http://www.ccsenet.org/journal/index.php/gjhs/article/view/43225>>.

VINCENT, M. A.; SHERIFF, S.; MELLOTT, S. The Efficacy of High-fidelity Simulation on Psychomotor Clinical Performance Improvement of Undergraduate Nursing Students. **CIN: Computers, Informatics, Nursing**, v. 33, n. 2, p. 78–84, 2015. Disponível em: <<http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00024665-201502000-00007>>.

VOZENILEK, J. See One, Do One, Teach One: Advanced Technology in Medical Education. **Academic Emergency Medicine**, v. 11, n. 11, p. 1149–1154, 2004.

WANG, E. E. Addressing the Systems-based Practice Core Competency: A Simulation-based Curriculum. **Academic Emergency Medicine**, v. 12, n. 12, p. 1191–1194, 2005. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1197/j.aem.2005.06.026>>.

WAYNE, D. B.; DIDWANIA, A.; FEINGLASS, J.; et al. Simulation-Based Education Improves Quality of Care During Cardiac Arrest Team Responses at an Academic Teaching Hospital. **Chest**, v. 133, n. 1, p. 56–61, 2008.

WONG, A. K. Full scale computer simulators in anesthesia training and evaluation. **Canadian Journal of Anesthesia/Journal canadien d'anesthésie**, v. 51, n. 5, p. 455–464, 2004. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/BF03018308>>.

WONG, D. T.; PRABHU, A. J.; COLOMA, M.; IMASOGIE, N.; CHUNG, F. F. What Is the Minimum Training Required for Successful Cricothyroidotomy? **Anesthesiology**, v. 98, n. 2, p. 349–353, 2003. Disponível em: <<https://insights.ovid.com/crossref?an=00000542-200302000-00013>>.

WYSOCKI, W. M.; MOESTA, K. T.; SCHLAG, P. M. Surgery, surgical education and surgical diagnostic procedures in the digital era. **Medical Science Monitor**, v. 9, n. 3, p. 69–75, 2003.

YAEGER, K. A.; ARAFEH, J. M. R. Making the Move. **The Journal of Perinatal & Neonatal Nursing**, v. 22, n. 2, p. 154–158, 2008.

YEUNG, J. Emergency Medicine: A Comprehensive Study Guide, 6th edn. **Emergency Medicine Australasia**, v. 16, n. 5–6, p. 479–479, 2004. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1742-6723.2004.00657.x>>.

ZENDEJAS, B.; BRYDGES, R.; HAMSTRA, S. J.; COOK, D. A. State of the Evidence on Simulation-Based Training for Laparoscopic Surgery. **Annals of Surgery**, v. 257, n. 4, p. 586–593, 2013. Disponível em: <<http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00000658-201304000-00003>>.

ZIV, A.; WOLPE, P. R.; SMALL, S. D.; GLICK, S. Simulation-Based Medical Education. **Academic Medicine**, v. 78, n. 8, p. 783–788, 2003.



## **APÊNDICE 1 – PROVAS APLICADAS AOS ESTUDANTES SUBMETIDOS À PESQUISA**

### **PROVA 1 CRICOTIREOIDOSTOMIA CIRÚRGICA**

DATA \_\_\_\_\_

GRUPO AULA TEÓRICA    BAIXA FIDELIDADE    ALTA FIDELIDADE

#### **COM RELAÇÃO À CRICO CIRÚRGICA, EU POSSUÍA CONHECIMENTOS PRÉVIOS?**

- A) Sim. Especifique \_\_\_\_\_
- B) Não.
- C) Sou do grupo:    aula teórica    baixa fidelidade    alta fidelidade

#### **1. ASSINALE A CORRETA:**

- A) Cricotireoidostomia é um procedimento eletivo
- B) Faz um “bypass” na via translaríngea normal
- C) Técnica é a mesma da traqueostomia de emergência
- D) Hipóxia não é uma das indicações
- E) Barotrauma é uma das complicações frequentes

#### **2. COM RELAÇÃO À CRICOTIREOIDOSTOMIA É CORRETO DIZER:**

- A) Não há diferença nos referenciais anatômicos com a traqueostomia
- B) A membrana cricotireóidea encontra-se no bordo superior da cartilagem tireóidea
- C) Perfuração do esôfago não é uma complicação
- D) Hemorragia é a complicação mais frequente
- E) B, C e D corretas

#### **3. COM RELAÇÃO À TÉCNICA DE CRICOTIREOIDOSTOMIA:**

- A) Paciente deverá ser posicionado com pescoço semi-fletido
- B) Deverá sempre ser identificada a membrana cricotireóidea
- C) Na crico cirúrgica sempre deverá ser realizada pequena incisão vertical na pele seguida de incisão transversal na membrana
- D) Ausência do dilatador de trousseau contra-indica realização da cricotireoidostomia
- E) Mão dominante deverá fixar laringe

**4. É CORRETO DIZER:**

- A) A cricotireoidostomia pode ser realizada com anestesia local se o paciente estiver consciente e sem anestesia no caso de emergência
- B) Intubação endotraqueal é a primeira escolha no controle da via aérea
- C) A membrana cicotireóidea é altamente vascularizada, por isso é necessário identificação precisa do local da incisão
- D) Paciente deverá ter pescoço estendido
- E) A, B e D corretas

**5. É INDICAÇÃO DE CRICOTIREOIDOSTOMIA:**

- A) Condições onde se consegue ventilar e não se consegue oxigenar
- B) Trauma grave de crânio
- C) Ruptura de traquéia
- D) Impossibilidade de intubação
- E) Tórax instável

**6. QUAL A RAZÃO DO USO DA MEMBRANA CRICOTIREÓIDEA PARA ACESSO CRICOTIREOIDOSTOMIA?**

- A) Isenta de complicações
- B) Vascularização intensa que facilita cicatrização
- C) Não é utilizada na crico de emergência
- D) Porque é avascular
- E) Depende da preferência do cirurgião

**7. COMPLICAÇÃO POTENCIAL DA CRICOTIREOIDOSTOMIA:**

- A) Pneumotórax
- B) Hemorragia
- C) Traqueostomia
- D) Pneumonia
- E) Sepses

**8. É CONTRA-INDICAÇÃO DE CRICOTIREOIDOSTOMIA:**

- A) Idade acima de 65 anos
- B) Idade < 12 anos
- C) Idade < 15 anos
- D) Instabilidade hemodinâmica
- E) Apnéia

**9. NÃO É INDICAÇÃO DE CRICOTIREOIDOSTOMIA:**

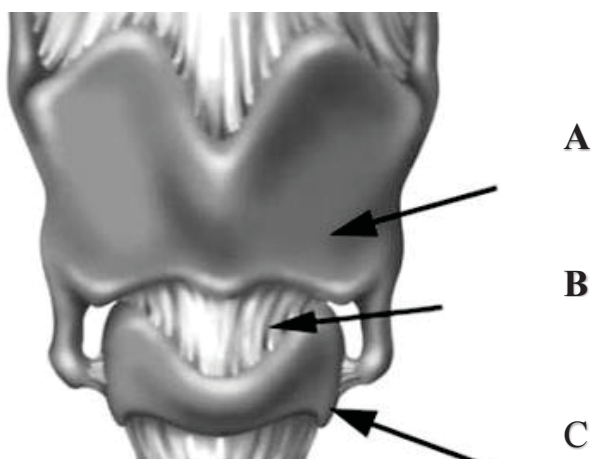
- A) Trauma face grave que impede intubação orotraqueal
- B) Fratura laringe
- C) Obstrução laringe por corpo estranho
- D) Ruptura nível de carina
- E) Impossibilidade de ventilação

**10. É CONTRA-INDICAÇÃO DE CRICOTIREOIDOSTOMIA:**

- A) Insuficiência respiratória aguda
- B) Creatinina > 2,5 mg/dl
- C) Glasgow > 13
- D) Pouca experiência
- E) Azotemia

**11. EQUIPAMENTO NECESSÁRIO PARA CRICOTIREOIDOSTOMIA:**

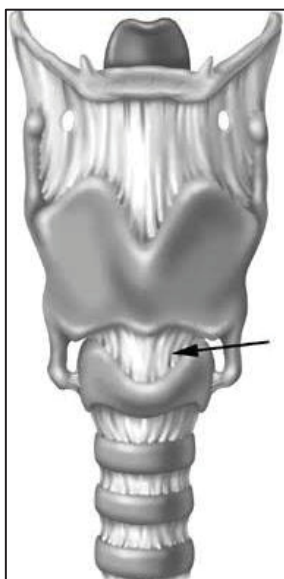
- A) Tesoura mayo
- B) Oxigênio
- C) Cânula de traqueostomia #7,5
- D) Curativo estéril
- E) Bisturi lâmina #11

**12. NA FIGURA ABAIXO:**

As setas A, B, C indicam respectivamente:

- A) Laringe, ligamento laríngeo, 1º anel traqueal
- B) Primeiro anel traqueal, membrana tireóidea, 2º anel traqueal
- C) Laringe, membrana cricóidea, cartilagem tireóidea
- D) Cartilagem tireóidea, membrana cricótireóidea, cartilagem cricóidea
- E) 2º anel traquel, membrana cricóidea, cartilagem tireóidea

**13. NA FIGURA ABAIXO A SETA INDICA:**



- A) Cartilagem cricóide
- B) Membrana tireóide
- C) Cartilagem tireóide
- D) Membrana cricóide
- E) Membrana cricotireóidea

**14. QUAL DOS SEGUINTE INSTRUMENTOS É DISPENSÁVEL EM UMA CRICOTIREOIDOSTOMIA 4 TEMPOS?**



- A) Afastador traqueal
- B) Pinça hemostática kelly
- C) Seringa 10 ml
- D) Cânula traqueostomia
- E) Bisturi lâmina 11

**15. NA FOTO, AS REFERÊNCIAS ANATÔMICAS DE CIMA PARA BAIXO SÃO RESPECTIVAMENTE:**



- A) Cartilagem tireóide, membrana tireóidea, cartilagem cricóidea
- B) Laringe, membrana cricótireóidea, 1º anel traqueal
- C) Cartilagem tireóidea, membrana cricótireóidea, cartilagem cricóidea
- D) 2º anel traqueal, espaço tireóideo, 1º anel traqueal
- E) 1º anel traqueal, cartilagem tireóidea, cordas vocais

**16. A PRINCIPAL COMPLICAÇÃO DA CRICOTIREOIDOSTOMIA É:**

- A) Hemorragia
- B) Falso trajeto
- C) Lesão parede posterior traquéia
- D) Lesão esôfago
- E) Lesão laringe

**17. INDICAÇÕES DE CRICOTIREOIDOSTOMIA EXCETO:**

- A) Via aérea na emergência na impossibilidade de intubação oro ou nasotraqueal
- B) Impossibilidade de oxigenar o paciente
- C) Vômitos
- D) Ausência de dispositivos extraglotticos
- E) Hemorragia facial maciça

**18. PODE-SE PREDIZER UMA CRICOTIREOIDOSTOMIA DIFÍCIL:**

- A) Cirurgia prévia face
- B) Paciente dpoc
- C) Idade avançada
- D) Mallampati IV
- E) Irradiação cervical

**19. TEMPO CIRÚRGICO DA CRICOTIREOIDOSTOMIA 4 TEMPOS:**

- A) A membrana cricotireóidea é identificada por punção
- B) Após incisar a pele deve-se proceder a dissecação cuidadosa da membrana cricotireóidea
- C) Tração caudal da laringe
- D) Inserção tubo traqueal com diâmetro externo mínimo de 9mm
- E) Pele e membrana cricotireóidea são incisados simultaneamente

**20. COM RELAÇÃO À CRICOTIREOIDOSTOMIA PODE-SE DIZER QUE:**

- A) Paciente deve ser posicionado em decúbito dorsal com elevação da cabeceira 45 graus
- B) Não é obrigatório uso de luvas estéreis
- C) Deve-se pré-oxigenar o paciente
- D) Sedação e analgesia são dispensáveis
- E) Anestesia sempre indicada

**PROVA 2 CRICOTIREOIDOSTOMIA CIRÚRGICA**

DATA \_\_\_\_\_

GRUPO: AULA TEÓRICA BAIXA FIDELIDADE ALTA FIDELIDADE

**1. É CORRETO COM RELAÇÃO À CRICOTIREOIDOSTOMIA CIRÚRGICA:**

- A) Traqueostomia e cricotireoidostomia têm as mesmas referências anatômicas
- B) A membrana cricotireóidea encontra-se no bordo superior da cartilagem cricóidea
- C) Perfuração do esôfago não é uma complicação
- D) Hemorragia é a complicação menos frequente
- E) B, C e D corretas

**2. É CORRETO:**

- A) A cricotireoidostomia deverá ser realizada com anestesia local se o paciente estiver consciente; anestesia é dispensável na emergência
- B) Intubação endotraqueal é a primeira escolha no controle da via aérea
- C) A membrana cricotireóidea é altamente vascularizada, por isso é necessário identificação precisa do local da incisão
- D) Paciente deverá ter pescoço estendido
- E) A, B e D corretas

**3. É INDICAÇÃO DE CRICOTIREOIDOSTOMIA:**

- A) Condições onde é possível ventilar e não se consegue oxigenar
- B) Trauma grave de crânio
- C) Ruptura de traquéia
- D) Impossibilidade de intubação
- E) Tórax instável

**4. COM RELAÇÃO À CRICOTIREOIDOSTOMIA PODE-SE AFIRMAR:**

- A) Cricotireoidostomia é um procedimento eletivo
- B) Faz um “bypass” na via translaríngea normal
- C) Técnica cirúrgica é a mesma da traqueostomia de emergência
- D) Hipóxia não é uma das indicações
- E) Barotrauma é uma das indicações

**5. É COMPLICAÇÃO DA CRICOTIREOIDOSTOMIA:**

- A) Pneumotórax
- B) Hemotórax
- C) Hemorragia
- D) Pneumonia
- E) Seps



**6. É CONTRA-INDICAÇÃO DE CRICOTIREOIDOSTOMIA:**

- A) Idade acima de 65 anos
- B) Apnéia
- C) Idade < 12 anos
- D) Idade < 15 anos
- E) Instabilidade hemodinâmica

**7. NÃO É INDICAÇÃO DE CRICOTIREOIDOSTOMIA:**

- A) Trauma face grave que impede intubação orotraqueal
- B) Ruptura nível da carina
- C) Obstrução laringe por corpo estranho
- D) Fratura da cartilagem tireóidea
- E) Impossibilidade de ventilação

**8. É CONTRA-INDICAÇÃO DE CRICOTIREOIDOSTOMIA:**

- A) Intoxicação por monóxido de carbono
- B) Creatinina > 2,5 mg/dl
- C) Glasgow > 13
- D) Pouca experiência do emergencista
- E) Insuficiência respiratória aguda

**9. RAZÃO DA MEMBRANA CRICOTIREÓIDEA SER A VIA DE ACESSO NA CRICOTIREOIDOSTOMIA?**

- A) Isenta de complicações
- B) Vascularização intensa o que facilita cicatrização
- C) Mobilidade lateral
- D) Porque é avascular
- E) Depende da preferência do cirurgião

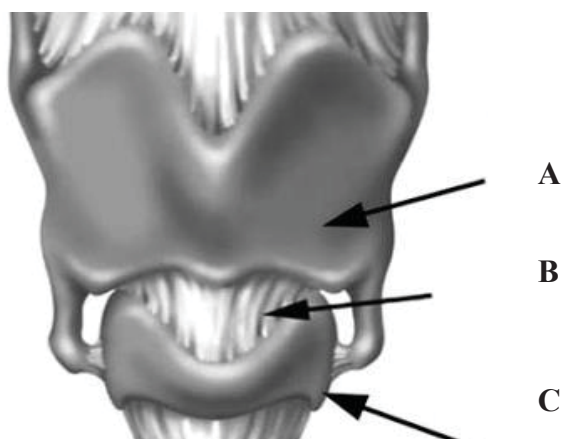
**10. EQUIPAMENTO NECESSÁRIO PARA CRICOTIREOIDOSTOMIA:**

- A) Tesoura Metzenbaum
- B) Oxigênio
- C) Cânula de traqueostomia número 7,5
- D) Fio guia
- E) Bisturi lâmina 11

**11. PODE-SE AFIRMAR COM RELAÇÃO À TÉCNICA CIRÚRGICA DA CRICOTIREOIDOSTOMIA:**

- A. Mão dominante deverá fixar a laringe
- B. Paciente deverá ser posicionado com pescoço semi-fletido
- C. Deverá ser identificada a membrana cricotireóidea
- D. Na cricotireoidostomia cirúrgica deverá ser realizada pequena incisão vertical na pele seguida de incisão transversal na membrana cricotireóidea
- E. Ausência do dilatador de trousseau contra-indica realização da cricotireoidostomia

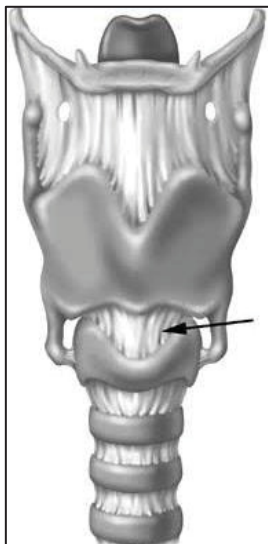
**12. NA FIGURA ABAIXO**



**AS SETAS A, B, C INDICAM RESPECTIVAMENTE:**

- A) Laringe, ligamento laríngeo, 1ºanel traqueal
- B) Cartilagem tireóidea, membrana cricótireóidea, cartilagem cricóidea
- C) Primeiro anel traqueal, membrana tireóidea, 2º anel traqueal
- D) Laringe, membrana cricóidea, cartilagem tireóidea
- E) 2º anel traquel, membrana cricóidea, cartilagem tireóidea

**13. NA FIGURA A SETA INDICA**



- A) Cartilagem cricóide
- B) Membrana tireóide
- C) Membrana cricótireóidea
- D) Cartilagem tireóide
- E) Ligamento tireóideo

**14. QUAL DOS SEGUINTE INSTRUMENTOS É DISPENSÁVEL EM UMA CRICOTIREOIDOSTOMIA 4 TEMPOS?**



- A) Pinça Hemostática Kelly
- B) Seringa 10 ml
- C) Afastador traqueal
- D) Cânula traqueostomia
- E) Bisturi lâmina 11

**15. NESTA FOTO, AS REFERÊNCIAS ANATÔMICAS DE CIMA PARA BAIXO SÃO RESPECTIVAMENTE:**



- A) Laringe, membrana cricotireóidea, 2º anel traqueal
- B) 2º anel traqueal, espaço tireóideo, 1º anel traqueal
- C) Cartilagem tireóide, ligamento tireóideo, cartilagem cricóidea
- D) 1º anel traqueal, cartilagem tireóidea, cordas vocais
- E) Cartilagem tireóidea, membrana cricotireóidea, cartilagem cricóidea

**16. COMPLICAÇÃO MAIS FREQUENTE DA CRICOTIREOIDOSTOMIA:**

- A) Falso trajeto
- B) Hemorragia
- C) Lesão parede posterior traquéia
- D) Lesão esôfago
- E) Lesão laringe

**17. A CRICOTIREOIDOSTOMIA NÃO ESTÁ INDICADA NA:**

- A) Via aérea emergencial na impossibilidade de intubação oro ou nasotraqueal
- B) Obesidade mórbida
- C) Via aérea difícil
- D) Hemorragia facial maciça
- E) Impossibilidade de ventilar e oxigenar o paciente

**18. PODE-SE PREDIZER UMA CRICOTIREOIDOSTOMIA DIFÍCIL QUANDO:**

- A) Cirurgia prévia na face
- B) Paciente asmático e diabético
- C) Idade avançada
- D) Dificuldade para abrir a boca
- E) Irradiação por câncer na região cervical

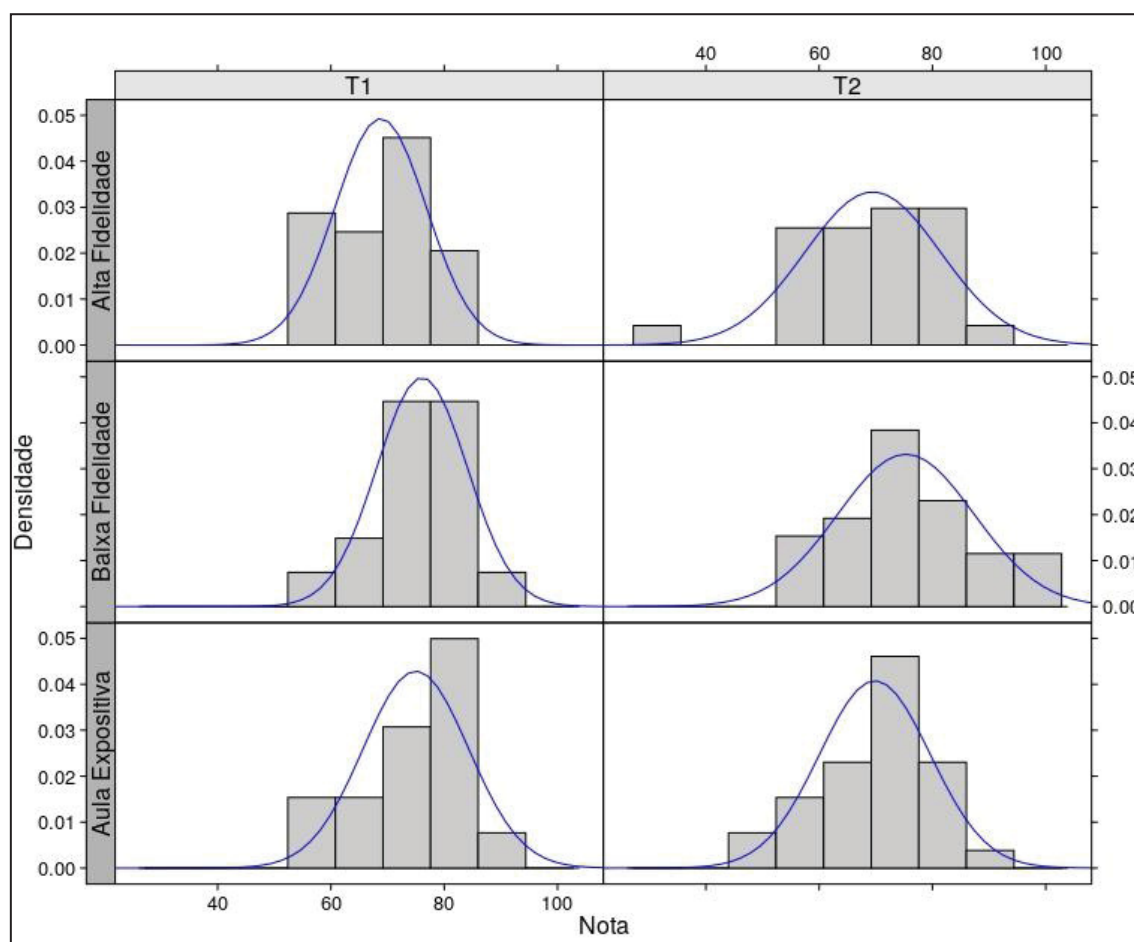
**19. ALTERNATIVA QUE DESCREVE 1 DOS TEMPOS CIRÚRGICOS DA CRICOTIREOIDOSTOMIA 4 TEMPOS É:**

- A) Pele e membrana cricotireóidea são incisados simultaneamente
- B) Após incisar a pele deve-se proceder a dissecação cuidadosa da membrana cricotireóidea
- C) Tração caudal da laringe
- D) Inserção cânula traqueal com diâmetro externo mínimo de 9 mm
- E) A membrana cricotireóidea é identificada por punção

**20. COM RELAÇÃO À CRICOTIREOIDOSTOMIA PODE-SE DIZER QUE É CORRETO:**

- A) Não é obrigatório uso de luvas estéreis
- B) Deve-se usar tubo endotraqueal calibroso maior que 1 cm de diâmetro
- C) Paciente deve ser posicionado em decúbito dorsal com elevação da cabeceira a 45 graus
- D) Sedação e analgesia não serão realizados para não perder tempo
- E) Anestesia está indicada no paciente acordado

## APÊNDICE 2 – HISTOGRAMA DA DISTRIBUIÇÃO DAS NOTAS POR GRUPO E PROVA



## ANEXO 1 – TERMO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DO HOSPITAL DO TRABALHADOR



HOSPITAL DO  
TRABALHADOR/SES/PR



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** AVALIAÇÃO DA AQUISIÇÃO E RETENÇÃO DE HABILIDADE PARA CRICOTÍREOIDOSTOMIA CIRÚRGICA EM MODELO DE SIMULAÇÃO BAIXA FIDELIDADE

**Pesquisador:** AKIHITO INCA ATAHUALPA URDIALES

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 63022116.4.0000.5225

**Instituição Proponente:** FUNDAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ PARA O

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.905.794

#### **Apresentação do Projeto:**

projeto previamente avaliado necessitando correcao do tole que foi feita de forma adequada.

#### **Objetivo da Pesquisa:**

projeto previamente avaliado necessitando correcao do tole que foi feita de forma adequada.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

projeto previamente avaliado necessitando correcao do tole que foi feita de forma adequada.

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

projeto previamente avaliado necessitando correcao do tole que foi feita de forma adequada.

#### **Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

projeto previamente avaliado necessitando correcao do tole que foi feita de forma adequada.

#### **Recomendações:**

nao ha

#### **Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

projeto previamente avaliado necessitando correcao do tole que foi feita de forma adequada.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_842221.pdf	02/02/2017 09:45:36		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Doutorado_Termo_de_consentimento_livre_e_esclarecido_versao_2_01FEV2017.docx	02/02/2017 09:45:22	AKIHITO INCA ATAHUALPA URDIALES	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	12/12/2016 15:31:32	AKIHITO INCA ATAHUALPA URDIALES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_completo.docx	12/12/2016 11:50:34	AKIHITO INCA ATAHUALPA URDIALES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_de_consentimento_livre_e_esclarecido.docx	12/12/2016 11:45:35	AKIHITO INCA ATAHUALPA URDIALES	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

CURITIBA, 02 de Fevereiro de 2017

---

**Assinado por:**  
silvania klug pimentel  
(Coordenador)



**ANEXO 2 – PRODUÇÃO ACADÊMICA**

**Title:** Acquisition and Retention of Knowledge of Cricothyroidotomy comparing Traditional Lectures, Low, and High Fidelity Simulation.

Alt Title: Comparing Traditional Lectures, Low, and High Fidelity Simulations' Effectiveness in Teaching Cricothyroidotomy.

**Authors:** Akihito Inca Atahualpa Urdiales<sup>1</sup>, Camila Roginski Guetter<sup>2</sup>, Gabriela Tulio Struck<sup>2</sup>, Cecília Hissai Yaegashi<sup>3</sup>, Kassio Silva Temperly<sup>4</sup>, Antônio Carlos Ligocki Campos<sup>5</sup>

**Affiliations:**

1. Universidade Federal do Paraná/Hospital do Trabalhador de Curitiba, Departamento de Medicina Integrada, Curitiba/PR.
2. Universidade Federal do Paraná, Curso de Medicina, Curitiba/PR.
3. Hospital Universitário Cajuru, Residência em Cirurgia Geral, Curitiba/PR.
4. Physician, Curitiba/PR
5. Universidade Federal do Paraná, Departamento de Cirurgia, Curitiba/PR.

**Abstract:**

**Background:** Medical simulation has emerged as an effective resource in teaching various surgical skills, allowing repeated training without risk to patients. Its use is limited in large scale due to the costs involved in high fidelity simulators, which may eventually be circumvented by low fidelity simulators. However, there are still doubts in the literature about the effectiveness of inexperienced student learning through these less sophisticated simulators. The aim of this study was to compare the effectiveness of lecture, low fidelity and high fidelity simulation in teaching and retaining knowledge of the Rapid Four-Step Technique (RFST) cricothyroidotomy technique in second and third period students. **Methods:** Ninety first-years medical students from UFPR were randomized into 3 groups of 30 to teach how to perform RFST cricothyroidotomy. Group 1 was submitted to the lecture, group 2 to training in

low fidelity simulator and group 3 to high fidelity, each lasting 20 minutes. The students were then given a 20-question test. Four months later, another test with similar content was performed to assess knowledge retention. Analysis of variance (ANOVA) was used for comparative analysis of the performances in each test between the groups: the scores of the 3 groups were compared from 2 to 2 in test 1 (P1) and test 2 (P2), and the scores of each group in P1 were compared with their scores in P2. Finally, a multiple comparison test (post hoc) was used to verify differences within each factor (test and group). Statistical significance was considered when  $p < 0.05$ . Statistical analysis of the data was performed using the R statistical software (R Core Team, 2019) version 3.6.1. **Results:** The average scores of the groups of the lecture class, low fidelity model, and high fidelity model in the first test, were 75.00, 76.09, and 68.79, respectively ( $p < 0.05$ ). As for the second test, the scores were respectively 69.84, 75.32, and 69.46, ( $p > 0.05$ ) among the 3 groups. **Conclusion:** Students submitted to lecture and low fidelity simulation had better knowledge acquisition than the high fidelity group. The group of students submitted to lecture class presented less knowledge retention than the other groups. Low-fidelity simulation was more effective in learning and knowledge retention compared to lecture and high-fidelity simulator. Therefore, low fidelity simulation seems to be viable for RFST cricothyroidostomy training in inexperienced students.

**Keywords:** Simulation training; Evidence-Based Emergency Medicine; Airway Obstruction; Cricoid Cartilage; Airway Management.

## Introduction

Cricothyroidotomy is a measure of last resort in order to oxygenate a patient in acute respiratory failure when orotracheal intubation, tracheostomy and other airway management techniques are impracticable. This situation is known as CICO (Cannot Intubate, Cannot Oxygenate). The cricothyroidotomy procedure is therefore used to access the airway whenever it is impossible to ventilate the patient with a manual resuscitator, to perform an extraglottic airway, an orotracheal intubation, a nasotracheal intubation or a tracheostomy or when the aforementioned procedures have been contraindicated. Studies have shown that surgical cricothyroidotomy rates vary between

1% to 1.7% of all emergency intubations and between 10.9% to 14.8% of all intubations in the prehospital setting <sup>1-3</sup>.

Over the last years, however, a decrease in surgical cricothyroidotomy rates has been observed in trauma patients<sup>4</sup>. Chang *et al.*<sup>5</sup>, observed a decrease from 1.8% to 0.2% over a period of 10 years after the establishment of an emergency medicine residency program. Possible explanations for this decline include increase in the use of the rapid sequence intubation technique, more effective non-invasive airway rescue techniques, full-time supervision by the medical staff during hospital shifts and improvement of endotracheal intubation equipment.

However, despite being performed less often (*ainda nao achei algo bom pra substituir*), surgical cricothyroidotomy continues to be important in order to rapidly establish and maintain airway access when managing a difficult airway. Therefore, it is necessary that emergency medicine physicians maintain familiarity with the surgical technique, the necessary equipment for the procedure and the local anatomy <sup>6,7</sup>.

How will future emergency medicine physicians and trauma surgeons be trained in this procedure?

In this situation, medical simulation is crucial because it allows training without involving patients or animals and gives an opportunity to train repetitively. Also, it makes it easier and safer for the facilitator to test the student's knowledge and proficiency.

Simulation is defined as being the substitution or reenactment of real situations under carefully controlled scenarios in order to evoke interactive responses from the student. These techniques have been used with increasing frequency in medical education <sup>8,9</sup>.

Advantages of simulation training in medical education include the absence of cadaver or experimental animal use, which reduces cost and eliminates the difficulty in acquiring these resources and any ethical conflicts with regards to training; decreases stress during the learning process, when compared to the operating room, and allows deliberate repetition and hands-on practice, as opposed to observational learning. Another advantage is the opportunity to learn from mistakes in a safe and controlled environment, using advances in computing technology, and being able to receive

feedback from the education facilitator in a debriefing scenario afterwards<sup>10</sup>. Surgical training using medical simulation provides a richer learning experience, aims to speed up the learning curve and prioritizes patient safety<sup>4,9,11–17</sup>.

However, several limitations to the method are frequently raised, among them: a) high cost, since it requires technology and a significant amount of human resource availability; b) technological limitation, bearing in mind the difficulty of accurately depicting human physiology and pathophysiology; c) scientific limitation, due to the lack of studies on the effectiveness of certain simulators; d) cultural limitation, due to the simple resistance to the incorporation of new methodologies in medical education<sup>6,16,18,19</sup>.

Simulators can depict real-life scenarios with different degrees of accuracy, or fidelity. Fidelity is a measure of how realistically a simulation model is able to represent a patient's state, behavior, condition, environment or resources available in a given situation<sup>20</sup>.

Low fidelity simulation is an alternative that uses basic simulators in order to practice parts of the physical examination or an intervention, such as endotracheal intubation, intraosseous infusion, urinary catheterization or the insertion of central venous catheters. Conversely, high fidelity simulation relies on the usage of expensive, realistic, computer controlled mannequins that are capable of imitating the physiology of a real patient.

Modern technology has led to the development of high fidelity simulators that imitate the real patient precisely. These high fidelity models also allow the student to acquire important soft skills such as leadership, interpersonal communication, teamwork, decision making, priority assessment, pressure management, and stress management<sup>21</sup>. However, these models are significantly more expensive than equivalent low fidelity models, including costs related to operation, maintenance, and human resources required.

There is controversy in the existing literature as to the different degrees of effectiveness in learning when different fidelity models are compared. Studies from Norman et al, 2012, and from Beaubien, 2004, advocate that the higher the degree of realism in the simulation, higher shall be the resulting retention of knowledge<sup>22,23</sup>. Sidhu et al, 2007, demonstrated significant difference in effectiveness in favor of high fidelity

simulation in a study of vascular anastomosis<sup>24</sup>. Meanwhile, Anastakis et al, in 1999, and Munz et al, in 2004, concluded that in several surgical techniques (e.g. videolaparoscopic anastomosis and endourological procedures) there was no benefit to high fidelity simulation when compared to low fidelity simulation<sup>25,26</sup>. Therefore, there is no current agreement as to what method should be preferred concerning effectiveness.

The aim of this study was to evaluate the acquisition and retention of knowledge in 4 months of the surgical technique of cricothyroidotomy in a group of 2nd and 3rd semester medical students. The groups were divided into those that merely watched a lecture on the subject, those that were taught on a low fidelity simulator – developed by the researchers – and those that were taught on a high fidelity simulator.

## Methods

All of the students signed a free and clarified consent form in order to participate, and the study project was approved by the Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Hospital do Trabalhador – SES/PR, Ethical Committee, CAAE: 63022116.4.0000.5225 and Parecer de Aprovação (Approval) nr. 1.905.794.

Ninety volunteer students from the initial periods of the UFPR medical school were included. Students were invited through direct communication with the class representatives of the respective periods. The exclusion criterion was previous knowledge about the subject, ie, students who had theoretical or practical classes on surgical cricothyroidotomy or had accompanied a surgical airway would be excluded. None of the participants met the exclusion criteria.

The Rapid Four-Step Technique (RFST) technique was chosen because it is obviously faster, more frequently performed and uses fewer materials than the standard technique<sup>2</sup>.

This study consisted of three-arm intervention research to assess knowledge acquisition and retention of students with no experience with the procedure (Figure 1). The students were organized in 3 groups of 30 individuals, by simple electronic randomization method (Research Randomizer®).

The sample size calculation was performed by calculating a test power of 80% and a significance level of 5%. In this calculation we used the sample mean of each

group, variance between groups equal to 10.86 and assumed within-group variance equal to 60. Thus, the minimum sample size for each group was 28 participants.

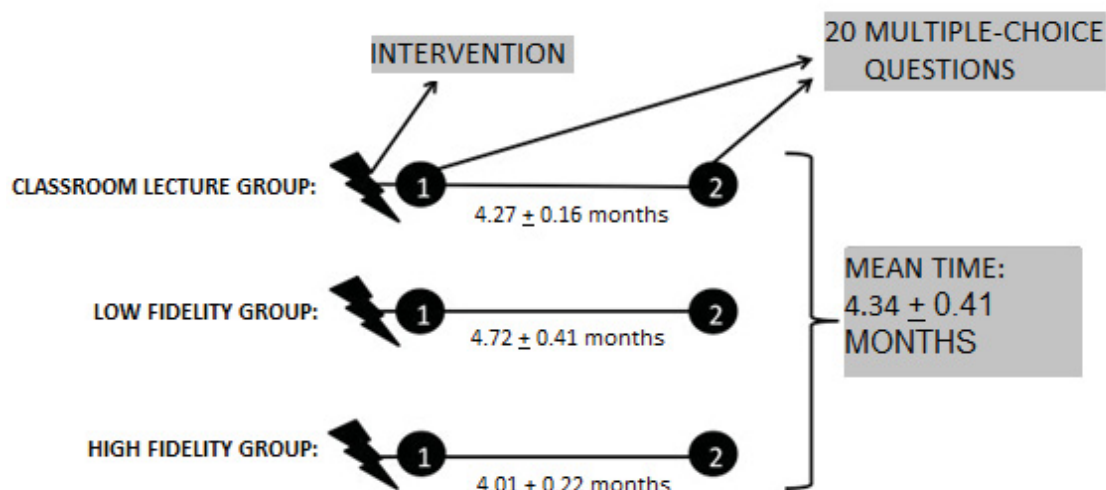
Group 1 was submitted to a lecture given by the professor of the UFPR surgery department, who was responsible for the trauma surgery discipline, to nullify the researcher's bias. The content of this class was: brief history of the procedure, materials, indications, surgical techniques (standard and RFST) and complications.

Group 2 was submitted to practical class with simulation of the procedure in low fidelity model, developed by the researcher himself. Group 3 was submitted to a practical class with simulation of the procedure in Megacode Kelly Laerdal®. Groups 2 and 3 received oral instruction (without audiovisual resources) from the researcher, using the same content of the lecture followed by practical activity in the low and high fidelity model, respectively, once per student.

Both the lecture class and the two simulator training sessions lasted 20 minutes each, controlled by a digital timer. At the end of each class or training, participants took a test (T1) of 20 multiple-choice questions (same for all groups), with only one correct alternative and 30-minute resolution time. The objective was to assess knowledge acquisition soon after the intervention. The content of the test included material necessary to perform a surgical cricothyroidotomy, procedure description, indications, anatomical references, technical care and possible complications. It is expected that undergraduate medical students understand the procedure, know the surgical times, but it is not expected, nor evaluated, technical skill in performing the operative act during graduation. Skill assessment would be the learning objective if the research student group were resident physicians or emergency specialists. This research used the traditional way of knowledge assessment – multiple choice theory test – because the objective was to test a new teaching option and not a new assessment modality.

After 4 months, students performed a second test (T2) with the same content and number of questions, however, with the order of the alternatives and / or the statement of the questions being different from T1. The purpose of T2 was to assess knowledge retention after four months. This time interval was chosen based on the literature, such as MIZUBUTI et al., 2019 who published a prospective cohort study that assessed knowledge retention in anesthesiology residents.





**Figure 1.** *Evaluation methodology for the 3 groups.*

The low fidelity simulator was based on a previous tracheostomy model<sup>27</sup>. Alterations were made in order to simplify the assembly, reduce costs, and to permit the adequate execution of a surgical cricothyroidotomy. The material used to build the simulator were: a rectangular base measuring 20 x 10 x 0.5 cm made of MDF, a foam block measuring 15 x 9 x 3 cm, a manual ventilator tube segment 20 cm long, an inflatable rubber balloon size 10, pieces of Durepóxi® molded into the format of cricoid and thyroid cartilage, plastic PVC film, and silicone skin measuring 27 x 15 cm.

The bottom of the simulator is made up of 2 MDF blocks with holes drilled into the 4 corners, placed one on top of the other and attached by bolts and butterfly nuts. On top of the foundation, the rectangular foam block was placed in order to simulate cervical tissues. Over the foam, the mechanical ventilator tube and laryngeal cartilage made of Durepóxi® were placed with the objective of simulating human anatomy. This tubing permits the simulation of tracheal rings of cartilage that can be palpated through the artificial skin, and also allows for the coaptation of the Durepóxi® cartilage and the rubber balloon to simulate the lungs.

The cricoid and thyroid cartilage were simulated by two separate pieces and their posterior facet was molded in order to fit onto the front of the tubing. In the space between the thyroid cartilage and cricoid cartilage, where anatomically the cricothyroid membrane is located, an opening measuring 1 x 2.5 cm was made in the tubing. This opening was covered by five layers of plastic PVC film so that the cartilages stayed in

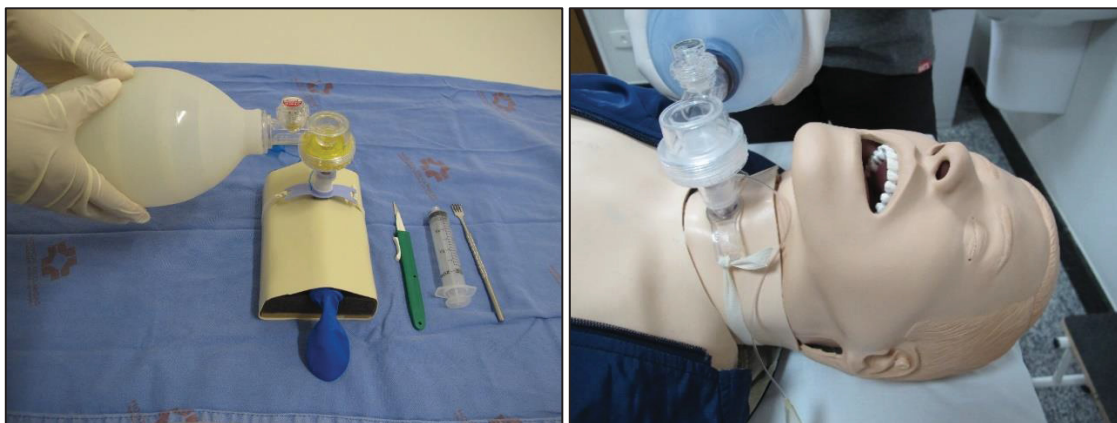
place and to simulate the thyrocricoid membrane. At the extremity of the tube, the rubber balloon was placed around the opening, simulating the lungs and permitting the visualization of effective ventilation after the correct execution of a cricothyroidotomy with a tracheostomy cannula of size 4.5.

The skin developed was made up of a layer of texturized silicone in order to simulate human skin. The skin was positioned in a matter that the entire simulator was covered and bilaterally held in place by its extremities being held in between the two MDF blocks on the bottom.

The simulator developed allows for the execution of the RFST of cricothyroidotomy, which consists in incising the skin and perforating the cricothyroid membrane, positioning the 4.5-tracheostomy cannula and insufflating the cuff, connecting the cannula to the manual ventilator and ventilating. When ventilated, the rubber balloon simulates the lungs and allows the evaluator to observe the effectiveness of the procedure (Figure 2a).

Six simulators were produced for the pilot project. An additional of 24 replacement skins were also acquired to replace old skins after the procedures. Each low fidelity simulator had a total cost of US\$ 3.80 and each loose skin costed US\$ 0.85, being all costs paid for by the researcher.

The high fidelity simulator (Figure 2b) is Laerdal® brand and the cost to purchase it is approximately \$ 7,500.



**Figure 2.** *Airway Simulators Figure 2a. Manual ventilator connected to the 4.5-cannula inserted inside the ventilator tube, simulating a correct ventilation after a successful cricothyroidotomy. Figure 2b. Cricothyroidotomy in high fidelity simulator.*

The test scores (T1 and T2) were expressed as means and standard deviation (mean  $\pm$  SD). Shapiro-Wilk test was applied to evaluate the normality of the grades.

Afterwards, comparative analysis of the performances observed in each test between each study group was performed. For this purpose, the Analysis of Variance (ANOVA) was used with interaction effect between the factors: (i) tests (T1 and T2) and (ii) groups (lecture, low fidelity or high fidelity). ANOVA is a collection of statistical models in which the sample variance is partitioned into several components due to different factors (variables), which in applications are associated with a process, product or service. Through this partition, ANOVA studies the influence of these factors on the characteristic of interest (MONGOMERY, 2017). The aim of the analysis was to investigate possible differences in grades between factors (groups and tests).

Subsequently, a Bonferroni-corrected post-hoc comparison test was used to evaluate differences within each factor. Statistical significance was considered when  $p < 0.05$ . Statistical analysis of the data was performed using the R statistical software (R Core Team, 2019) version 3.6.1.

## Results

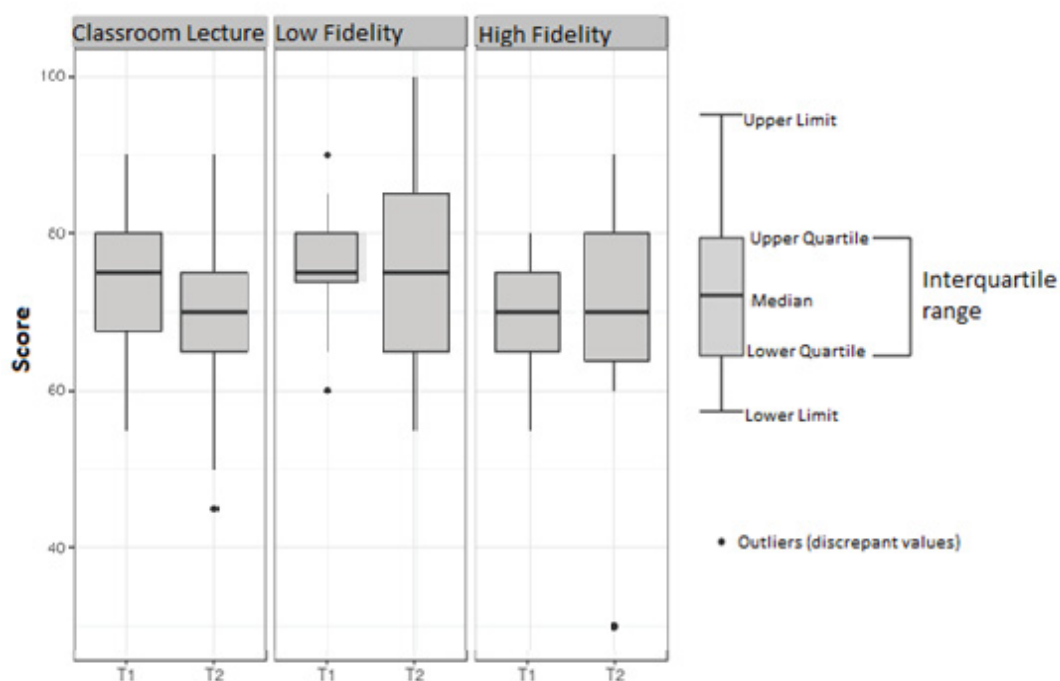
The average scores of the groups of the lecture model, low fidelity model and high fidelity model in the first test were respectively 75.00; 76.09 and 68.79. In the second test, the average grades were respectively, 69.84; 75.32 and 69.46. Table 1 shows the results of the scores in each test of each group, expressed as mean  $\pm$  standard deviation. These results indicate that the low fidelity group presented the highest scores, both in T1 and T2. The lowest grades in both tests were from the high fidelity group. In addition, with the intention of comparing the grade between the test and group factors, the ANOVA test was performed to verify if there was interaction between these factors. The result of this test showed significant difference ( $p < 0.05$ ).

**Table 1:** Mean  $\pm$  SD of the students' scores separated by exam and group.

Tests	Classroom Lecture	Low Fidelity	High Fidelity	p-value
T1 (n=90)	75,00 $\pm$ 9,31	76,09 $\pm$ 8,01	68,79 $\pm$ 8,09	<0,05
T2 (n=90)	69,84 $\pm$ 9,79	75,32 $\pm$ 12,03	69,46 $\pm$ 11,96	>0,05

p-value of the parametric Analysis of Variance (ANOVA) test to compare the scores between the time and group factors; SD: Standard Deviation.

Figure 3 complements Table 1 by graphically showing the grades obtained by students by test (T1 or T2) and by groups. According to the results presented in figure 3, it is possible to observe that the lecture group presented lower grades in T2 when compared to T1. In the other groups the grades showed slight variations between T1 and T2.



**Figure 3:** Student's scores according to exam (T1 e T2) and group.

After the ANOVA test, a multiple comparisons test was conducted to evaluate differences within each factor. Thus, the results presented in table 2 show that the group that received lectures was the only group that presented significant difference between T1 and T2 ( $p < 0.05$ ). The other groups did not present statistically significant differences between the tests ( $p > 0.05$ ).

**Table 2:** *Test 1 and 2 comparisons by group.*

Tests	Groups	p-value
T1 x T2	Classroom Lecture	0,04
T1 x T2	Low Fidelity	0,76
T1 x T2	High Fidelity	0,79

Table 3 presents the results of multiple comparisons between groups within each time. The results presented in table 3 show that when analyzing knowledge acquisition soon after the intervention (T1), there was a difference ( $p < 0.05$ ) between the lecture and high fidelity groups. In this comparison, the average observed in the lecture group was higher than the high fidelity group. There was also a statistical difference ( $p < 0.05$ ) between the groups submitted to simulation, with higher mean in the low fidelity group than in the high fidelity group.

**Table 3:** *Results of the multiple comparisons between the mean scores of each group for each exam.*

	Groups Compared	p-value
T1	Classroom Lecture x Low Fidelity	1.00
	Classroom Lecture x High Fidelity	0.04
	Low Fidelity x High Fidelity	0.01
T2	Classroom Lecture x Low Fidelity	0.09
	Classroom Lecture x High Fidelity	1.00
	Low Fidelity x High Fidelity	0.07

However, in T2, despite the different grades observed in figure 3, there was no statistically significant difference ( $p > 0.05$ ) when comparing the groups in pairs.

## Discussion

Medical education has suffered radical changes due to the use of new technology. In other knowledge areas, simulators have been in use for a longer period,

with satisfactory results. In aviation, for example, a 50% decrease in aerial accident rates in recent years has been largely attributed to simulation training technology being used to educate pilots and crewmembers<sup>28</sup>.

Despite all of these transformations, it is notable that medical education underwent few changes, and is still dominated by traditional methodologies in which the protagonist is the lecturer – he who possesses the knowledge – responsible for exposing the material, without respecting the student's former experience<sup>29</sup>.

It is expected of a physician that he is able to deal with a variety of scenarios, and that he is skilled in communication, interpersonal relationships, rapid decision making and manual dexterity in order to execute necessary procedures for the patient's adequate treatment, thus leading to a better prognosis<sup>30</sup>. In modern days, training medical students while exposing patients to risks has become unacceptable due to ethical and legal concerns. Therefore, alternatives are needed to enable the effective training of future physicians, who must be ready to face the daily challenges inherent to medical practice. Simulation training is at the center of these advances, since it allows the student to train any scenario however many times necessary, and even to learn from mistakes without harming the patient.

Learning from experience is an advantage and an innate property of simulation training, which is defined as being an active process during which the student builds upon previous knowledge and experience and links new information to their expanded database<sup>31,32</sup>. However, simulation training is not intended to substitute clinical and bedside learning. These methods should be integrated and coordinated during a physician's training<sup>33</sup>.

In this study, we evaluated the learning and knowledge retention of inexperienced medical students (second and third semester medical students), comparing classroom lectures with practical lessons on low fidelity and high fidelity models.

On T1 (the first exam) the group subject to classroom lectures and the group subject to practical lessons on a low fidelity simulation model had higher mean scores than the group subject to practical lessons on a high fidelity simulation model ( $p < 0.05$ ). On T2 (the second exam) there was no statistically significant difference between the three group's mean scores ( $p > 0.05$ ). When we compared the mean scores from T1

and T2 within the same group, the classroom lecture group was the only one to show a decrease in mean exam scores ( $p < 0.05$ ). Classroom lectures are considered an effective resource in order to learn new theoretical concepts<sup>34</sup>, however, this study showed an inferior retention of knowledge compared to the other groups<sup>35</sup>. The existing literature confirms the evaluated model's superiority in knowledge retention observed in this study, and even states the need for a change in paradigm from the traditional teaching model for knowledge, motor and behavioral ability acquisition<sup>17,36-39</sup>.

The biggest obstacle to mass implementation of simulation technology in medical education is still the cost. The cost of acquiring high fidelity simulators and maintaining realistic simulation centers make simulation training an effective teaching method, but financially impractical<sup>40</sup>.

For this reason, over time, alternatives have been sought to lower prices and transform simulation into a feasible notion, mostly by means of low fidelity simulation. These have been shown to be effective in reducing costs without lessening the effectiveness of the teaching method<sup>37,41</sup>. In this study, the group who underwent a practical lesson on a low fidelity simulation model obtained a higher mean score when compared to the mean score of the group subject to a practical lesson on a high fidelity model on T1 ( $p < 0.05$ ), and a mean score with no statistical difference from the other groups on T2 ( $p > 0.05$ ).

Another finding is that the low fidelity and the high fidelity groups had a higher knowledge retention rate than the classroom lecture group, which showed a statistically significant decrease in mean scores from T1 to T2 ( $p < 0.05$ ).

It is possible that these results are due to an excess of distractions present in high fidelity models. These distractions are irrelevant in teaching inexperienced students and detract from the key objectives of the lesson<sup>38,42</sup>. The student's high levels of stress and anxiety are similar to real life daily practice, and for that reason, the use of low fidelity simulation with focused goals is more effective in teaching less experienced students<sup>43</sup>.

In studies based on the *American Heart Association's ACLS® (Advanced Cardiovascular Life Support)* course, there is also a discrepancy in results. Lo et al, 2011 demonstrated in their study that there was no benefit in high fidelity simulation<sup>44</sup>, meanwhile, Wayne et al, in 2008 and Rodgers et al, in 2009 demonstrated a significant improvement in learning with high fidelity simulation<sup>45,46</sup>.



The authors explain that this discrepancy in results is likely due to the fact that the relation between fidelity and learning relies on the student's previous experience<sup>47</sup>. According to the cognitive load theory, work memory is limited with regards to the amount of information it is able to retain versus the number of operations it can execute<sup>48,49</sup>. During the period that the student is involved in the process of learning a new task, his work memory is occupied with the processing of new relevant information. This addition of information leads to an overload of the cognitive processing system, resulting in a decrease in the allocation of processing power to attention and can lead to insufficient, inefficient or deficient learning.

This is particularly important in the process of teaching beginner students, since they have less attention resources to allocate to learning any new specific tasks<sup>49</sup>. In line with this theory, Alessi, 1988 suggests that low fidelity simulation would be more appropriate for these students while high fidelity simulation should be reserved for more experienced students<sup>12,47</sup>.

Therefore, there is a possibility that low fidelity simulation would not impair, or might even improve, learning when used to teach inexperienced students. This information is important from a financial standpoint for health service education facilities that are often fettered by a lack of monetary resources. Low fidelity models have the advantage of being available for a fraction of the cost of high fidelity models without harming knowledge acquisition and retention.

According to Brazil's epidemiological profile, recently graduated physicians tend to work in public first aid stations and emergency rooms, where they shall be faced with several emergencies and will be obligated to solve these challenges safely and on their own. In this scenario, low fidelity simulation can be an effective alternative to train inexperienced medical students that will one day be these same professionals<sup>50</sup>.

Medical students can be trained from the beginning of their undergraduate studies, while they lack experience, using low fidelity simulation. It is possible to improve inexperienced medical students' (in their 2nd year of Medical School) knowledge of surgical cricothyroidotomy in a safe and controlled environment<sup>43</sup>. Low fidelity simulation, consequently, makes cricothyroidotomy training possible for undergraduate medical school students and improves the retention of knowledge on the subject in 4 months.

Over time, it is possible to implement scenarios and caregiving procedures with the use of high fidelity simulation.

## **Conclusion**

Students undergoing lecture and low fidelity simulation had better knowledge acquisition than the high fidelity group. The group of students submitted to lecture presented less knowledge retention than the other groups in a period of 4 months.

Low fidelity simulation was more effective in learning and in knowledge retaining compared to the lecture and low fidelity simulator. Therefore, low fidelity simulation is feasible for RFST cricothyroidotomy training in inexperienced students.

## **Acknowledgments**

The research team would like to thank all the individuals who generously shared their time and resources for the purpose of this research project.

## **Conflicts of Interest**

The authors declare that they have no conflicts of interest.

## References

1. Bair AE, Panacek EA, Wisner DH, Bales R, Sakles JC. Cricothyrotomy: a 5-year experience at one institution. *J Emerg Med*. 2003 Feb;24(2):151–6.
2. Erlandson MJ, Clinton JE, Ruiz E, Cohen J. Cricothyrotomy in the emergency department revisited. *J Emerg Med*. 1989 Mar;7(2):115–8.
3. Fortune JB, Judkins DG, Scanzaroli D, McLeod KB, Johnson SB. Efficacy of Prehospital Surgical Cricothyrotomy in Trauma Patients. *J Trauma Inj Infect Crit Care*. 1997 May;42(5):832–8.
4. Takayesu JK, Peak D, Stearns D. Cadaver-based training is superior to simulation training for cricothyrotomy and tube thoracostomy. *Intern Emerg Med*. 2017 Feb 28;12(1):99–102.
5. Chang RS, Hamilton RJ, Carter WA. Declining Rate of Cricothyrotomy in Trauma Patients with an Emergency Medicine Residency: Implications for Skills Training. *Acad Emerg Med*. 1998 Mar;5(3):247–51.
6. Dillon GF. Simulations in the United States Medical Licensing Examination™ (USMLE™). *Qual Saf Heal Care*. 2004 Oct 1;13(suppl\_1):i41–5.
7. Baker PA, Webber JB. Failure to ventilate with supraglottic airways after drowning. *Anaesth Intensive Care*. 2011;39(4):675–7.
8. Costa RR de O, Medeiros SM de, Martins JCA, Cossi MS, Araújo MS de. Percepção de estudantes da graduação em enfermagem sobre a simulação realística. *Rev Cuid*. 2017 Sep 1;8(3):1799.
9. LEDINGHAM IM. Twelve tips for setting up a clinical skills training facility. *Med Teach*. 1998 Jan 3;20(6):503–7.
10. Rudolph JW, Simon R, Raemer DB, Eppich WJ. Debriefing as Formative Assessment: Closing Performance Gaps in Medical Education. *Acad Emerg Med*. 2008 Nov;15(11):1010–6.
11. Langdale LA, Schaad D, Wipf J, Marshall S, Vontver L, Scott CS. Preparing Graduates for the First Year of Residency. *Acad Med*. 2003 Jan;78(1):39–44.

12. Jones A, McArdle PJ, O'Neill PA. How well prepared are graduates for the role of pre-registration house officer? A comparison of the perceptions of new graduates and educational supervisors. *Med Educ*. 2001 Jun;35(6):578–84.
13. Issenberg SB, McGaghie WC, Gordon DL, Symes S, Petrusa ER, Hart IR, et al. Effectiveness of a Cardiology Review Course for Internal Medicine Residents Using Simulation Technology and Deliberate Practice. *Teach Learn Med*. 2002 Oct;14(4):223–8.
14. Buyske J. The Role of Simulation in Certification. *Surg Clin North Am*. 2010 Jun;90(3):619–21.
15. Ross BK, Metzner J. Simulation for Maintenance of Certification. *Surg Clin North Am*. 2015 Aug;95(4):893–905.
16. Vozenilek J. See One, Do One, Teach One: Advanced Technology in Medical Education. *Acad Emerg Med*. 2004 Nov 1;11(11):1149–54.
17. American College of Surgeons. Summary for Policymakers. In: Intergovernmental Panel on Climate Change, editor. *Climate Change 2013 - The Physical Science Basis*. Cambridge: Cambridge University Press; 2012. p. 1–30.
18. Ziv A, Wolpe PR, Small SD, Glick S. Simulation-Based Medical Education. *Acad Med*. 2003 Aug;78(8):783–8.
19. Moorthy K, Munz Y, Sarker SK, Darzi A. Objective assessment of technical skills in surgery. *Br Med J*. 2003;327(7422):1032–7.
20. Miller RB. Psychological Considerations In The Design Of Training Equipment. *Distribution*. 1954;1(1):15.
21. Flanagan B, Nestel D, Joseph M. Making patient safety the focus: Crisis Resource Management in the undergraduate curriculum. *Med Educ*. 2004 Jan;38(1):56–66.
22. Norman G, Dore K, Grierson L. The minimal relationship between simulation fidelity and transfer of learning. *Med Educ*. 2012 Jul;46(7):636–47.
23. Beaubien JM. The use of simulation for training teamwork skills in health care: how low can you go? *Qual Saf Heal Care*. 2004 Oct 1;13(suppl\_1):i51–6.

24. Sidhu RS, Park J, Brydges R, MacRae HM, Dubrowski A. Laboratory-based vascular anastomosis training: A randomized controlled trial evaluating the effects of bench model fidelity and level of training on skill acquisition. *J Vasc Surg.* 2007 Feb;45(2):343–9.
25. Anastakis DJ, Regehr G, Reznick RK, Cusimano M, Murnaghan J, Brown M, et al. Assessment of technical skills transfer from the bench training model to the human model. *Am J Surg.* 1999 Feb;177(2):167–70.
26. Bann S, Darzi A, Munz Y, Kumar BD, Moorthy K. Laparoscopic virtual reality and box trainers: is one superior to the other? *Surg Endosc.* 2004 Mar 1;18(3):485–94.
27. Temperly KS, Yaegashi CH, Silva AM de L da, Novak EM. Desenvolvimento e validação de um simulador de traqueostomia de baixo custo. *Sci Med (Porto Alegre).* 2018 Feb 22;28(1):28845.
28. Pazin Filho A, Scarpelini S. SIMULAÇÃO: DEFINIÇÃO. *Med (Ribeirao Preto Online).* 2007 Jun 30;40(2):162.
29. Freire P. Saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Editora Paz e Terra. 1997.
30. Carvalho REFL de, Arruda LP, Nascimento NKP do, Sampaio RL, Cavalcante MLSN, Costa ACP. Assessment of the culture of safety in public hospitals in Brazil. *Rev Lat Am Enfermagem.* 2017 Mar 9;25.
31. Cannon-Bowers JA. Recent advances in scenario-based training for medical education. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2008 Dec;21(6):784–9.
32. Yaeger KA, Arafah JMR. Making the Move. *J Perinat Neonatal Nurs.* 2008 Apr;22(2):154–8.
33. Diesel A, Baldez A, Martins S. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. *Rev Thema.* 2017 Feb 23;14(1):268–88.
34. Foley RM, Pang L-S. Alternative Education Programs: Program and Student Characteristics. *High Sch J.* 2006;89(3):10–21.
35. Bardini VS dos S, Spalding M. Application of active teaching-learning methodologies: Experience in the engineering area. *Rev Ensino Eng.* 2017;36(1).

36. Motta EV da, Baracat EC. Treinamento de habilidades cirúrgicas para estudantes de medicina – papel da simulação. *Rev Med*. 2018 Mar 15;97(1):18.
37. Nimbalkar A, Patel D, Kungwani A, Phatak A, Vasa R, Nimbalkar S. Randomized control trial of high fidelity vs low fidelity simulation for training undergraduate students in neonatal resuscitation. *BMC Res Notes*. 2015 Dec 3;8(1):636.
38. Ferreira RPN, Guedes HM, Oliveira DWD, Miranda JL de. Simulação realística como método de ensino no aprendizado de estudantes da área da saúde. *Rev Enferm do Centro-Oeste Min*. 2018 Jul 16;8.
39. Oliveira EFB de, Azevedo JLMC, Azevedo OC de. Eficácia de um simulador multimídia no ensino de técnicas básicas de videocirurgia para alunos do curso de graduação em medicina. *Rev Col Bras Cir*. 2007 Aug;34(4):251–6.
40. Iglesias AG, Pazin-Filho A. Emprego de simulações no ensino e na avaliação. *Med*. 2015;48(3):233–40.
41. Neves FF, Pazin-Filho A. Construindo cenários de simulação: pérolas e armadilhas. *Sci Med (Porto Alegre)*. 2018 Jan 26;28(1):28579.
42. Baptista RCN, Martins JCA, Pereira MFCR, Mazzo A. Simulação de Alta-Fidelidade no Curso de Enfermagem: ganhos percebidos pelos estudantes. *Rev Enferm Ref*. 2014;48(3):233–40.
43. Tjomsland N, Baskett P, Åsmund S, Lærdal. *Resuscitation*. 2002 May;53(2):115–9.
44. Lo BM, Devine AS, Evans DP, Byars D V., Lamm OY, Lee RJ, et al. Comparison of traditional versus high-fidelity simulation in the retention of ACLS knowledge. *Resuscitation*. 2011 Nov;82(11):1440–3.
45. Wayne DB, Didwania A, Feinglass J, Fudala MJ, Barsuk JH, McGaghie WC. Simulation-Based Education Improves Quality of Care During Cardiac Arrest Team Responses at an Academic Teaching Hospital. *Chest*. 2008 Jan;133(1):56–61.
46. Rodgers DL, Securro S, Pauley RD. The Effect of High-Fidelity Simulation on Educational Outcomes in an Advanced Cardiovascular Life Support Course. *Simul Healthc J Soc Simul Healthc*. 2009;4(4):200–6.

47. Alessi SM. Fidelity In The Design Of Instructional Simulations. *J Comput Instr.* 1998;15(2):40–7.
48. Gerven PWM, Paas F, Merriënboer JJG, Hendriks M, Schmidt HG. The efficiency of multimedia learning into old age. *Br J Educ Psychol.* 2003 Dec;73(4):489–505.
49. Sweller J. Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cogn Sci.* 1988 Jun;12(2):257–85.
50. Campos M, Senger M. O trabalho do médico recém-formado em serviços de urgência. *Rev Soc Bras Clin Med.* 2013;11(4):1–5.